

**Entwurf eines Systemkonzeptes zur Unterstützung der gezielten mobilen
Informationsweitergabe bei Großereignissen, Katastrophen
und Evakuierungen.**

Bachelorarbeit

Zur Erlangung des akademischen Grades
Bachelor of Engineering „B.Eng.“

an der Technischen Hochschule Wildau

Reg.-Nr. T09/35/SS2012

Technische Hochschule Wildau

Fachbereich Ingenieurwesen / Wirtschaftsingenieurwesen
Studiengang Telematik

Eingereicht von: Christian Troppenz

Geb. am 22.12.1982

Eingereicht am: 16.10.2012

Betreuer: Prof. Dr. Anselm Fabig, Prof. Dr. Stefan Brunthaler

Themenstellender Betrieb: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Betreuer: Dipl.-Ing. Gaby Gurczik

Bachelorabschlussarbeit

für Herrn/Frau:	Christian Troppenz	Studiengruppe:	T/09
Studiengang:	Telematik	Matrikel Nr.:	097410903
Betreuender Hochschullehrer:	Prof. Dr.-Ing. Anselm C. Fabig	Reg.-Nr.:	T09/35/SS2012
2. Gutachter:	Prof. Dr. Stefan Brunthaler	Beginn der Arbeit:	11.06.2012
Themensteller:	Institut für Verkehrs- systemtechnik des DLR	Abgabetermin:	31.08.2012
Betr. Betreuer:	Dipl.-Ing. Gaby Gurczik		

Kurzthema:

„Entwurf eines Systemkonzeptes zur Unterstützung der gezielten mobilen Informationsweitergabe bei Großereignissen, Katastrophen und Evakuierungen.“

Kurzthema (englisch):

„Concept design for a mobile information circulation system in major events, catastrophes and evacuation situation.“

Zielstellung:

Großereignisse und Katastrophen stellen insbesondere für das Verkehrsmanagement eine große Herausforderung dar. Speziell hierfür hat das DLR-TS das sog. EmerT-System entwickelt. Dieses System stellt Informationen und Handlungsempfehlungen für die Einsatzkräfte bereit und unterstützt somit die Steuerungsprozesse im Krisen- bzw. Notfall-Verkehrsmanagement.

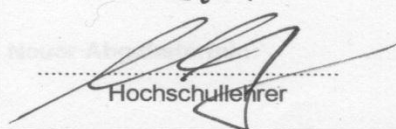
Die Funktionen des EmerT-Systems sollen zukünftig erweitert werden. Im Fokus stehen dabei die gezielte Informationsweitergabe an ausgewählte Besucher sowie der Rückfluss des Besucherverhaltens an die Leitungszentrale des Veranstalters. Zu diesem Zwecke soll in dieser Arbeit ein Systemkonzept unter Berücksichtigung ausgewählter Evakuierungsszenarien entworfen werden.


Inhaltliche Anforderungen/Teilaufgaben:

- Literaturrecherche vorhandener Evakuierungssysteme (national sowie international)
- Erstellung eines Anforderungskataloges basierend auf
 - o der Literaturrecherche und
 - o einem Interview mit einem ausgewählten Spezialisten
- Entwicklung eines technischen Systemkonzeptes, das min. durch folgende Merkmale gekennzeichnet ist:
 - o Nutzung mobiler Endgeräte
 - o Möglichkeiten zur gezielten Datenweitergabe und -sammlung
 - o Verwendung standardisierter Schnittstellen
- Analyse und Bestimmung der Anforderungen zur Integration des Konzeptes in das EmerT-System

Konsultationen: nach Vereinbarung mit dem betreuenden Hochschullehrer

Wildau, den 8/5/12


Hochschullehrer


Vorsitzende des
Prüfungsausschusses

15.5.2012


Student

Bachelorarbeit Antrag auf Zeitraumverlängerung

EINGEGANGEN

16. Aug. 2012

FB IWI



Technische
Hochschule
Wildau [FH]
Technical University
of Applied Sciences

Name, Vorname: Troppe, Christian Datum: 10.08.2012
Anschrift: Birkenallee 50, Zimmer 328, 15745 Wildau
Studienrichtung: Telematik Matr.-Nr.: 097410903
Telefon: 0157/03348886 Abgabetermin: 28.8.2012

22.8.2012 wieder u. Troppe

An den
Vorsitzenden des Prüfungsausschusses
des Fachbereiches Ingenieurwesen/Wirtschaftsingenieurwesen
Bahnhofsstraße 1, 15745 Wildau

Betreff: Antrag auf Verlängerung des Bearbeitungszeitraumes meiner Bachelorarbeit

Begründung:

*Krankenhausaufenthalt und weitere Behandlung und
Diagnostik*

Stellungnahme des/der 1. Betreuers/in:

*Dies ist zurecht. Ich stimme der Verlängerung
Zu*

Datum/Unterschrift:

Wildau d. 16.8.2012

(Student/in)

Ch. Troppe

(Betreuer/in)

(Nicht vom Studenten auszufüllen)

Entscheidung des Prüfungsausschusses

ja / nein Verlängerungszeitraum

Datum

Unterschrift/Vorsitzender

XI 25 Tage

29.08.12

Dilk

Neuer Abgabetermin:

25.09.2012

Bachelorarbeit

Antrag auf Zeitraumverlängerung

Name, Vorname:	Troppenz, Christian	Datum:	19.09.2012
Anschrift:	Birkenallee 50, Zimmer 328, 15745 Wildau		
Studienrichtung:	Telematik	Matr.-Nr.:	097410903
Telefon:	0157/03348886	Abgabetermin:	25.09.2012

An den
Vorsitzenden des Prüfungsausschusses
des Fachbereiches Ingenieurwesen/Wirtschaftsingenieurwesen
Bahnhofsstraße 1, 15745 Wildau

Betreff: Antrag auf Verlängerung des Bearbeitungszeitraumes meiner Bachelorarbeit

Begründung:

Folgeantrag wegen Krankheit

Stellungnahme des/der 1. Betreuers/in:

Datum/Unterschrift: 19.09.12 Ch. Troppenz (Student/in) (Betreuer/in)

(Nicht vom Studenten auszufüllen)

Entscheidung des Prüfungsausschusses

ja / nein Verlängerungszeitraum

X/ 22 Tage

Datum

24.09.12

Unterschrift/Vorsitzender

[Signature]

Neuer Abgabetermin:

17.10.2012

Bibliografische Beschreibung und Referat

Christian Troppenz

Entwurf eines Systemkonzeptes zur Unterstützung der gezielten mobilen Informationsweitergabe bei Großereignissen, Katastrophen und Evakuierungen.

Bachelorarbeit, Technische Fachhochschule Wildau 2012, 72 Seiten, 17 Abbildungen, 5 Tabellen, 27 Literaturangaben, 5 Anlagen

Ziel:

Im Rahmen der Bachelorarbeit soll ein Konzept zur Unterstützung der gezielten mobilen Informationsweitergabe bei Großereignissen, Katastrophen und Evakuierungen erstellt werden. Besonderer Wert wird auf die Möglichkeit gelegt, Daten von Besuchern zu erfassen und an die Leitzentrale des Veranstalters zu senden. Weiterhin sollen die Besucher oder die zu Evakuierenden die Möglichkeit erhalten, Informationen vom Veranstalter zu empfangen und im Notfall mit den Rettungskräften kommunizieren zu können.

Inhalt:

Theoretische Grundlagen zu Evakuierungen, Großveranstaltungen, Katastrophen und eine Auswahl verschiedener Evakuierungssysteme werden vorgestellt. Es wird dargestellt, welche geeigneten Kommunikationstechnologien und Möglichkeiten der Datengewinnung zur Verfügung stehen.

Die Anforderungen an das zu konzipierende System werden aus Literaturrecherche und Experteninterviews abgeleitet. Aus den Anforderungen und Möglichkeiten wird ein eigener Systementwurf erarbeitet. Die Erweiterungsmöglichkeiten des EmerT-Systems des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt werden beschrieben. Schließlich wird die Eignung des zusammengestellten Systems an ausgewählten Beispielszenarien abgeschätzt.

Selbstständigkeitserklärung:

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Abschlussarbeit selbstständig angefertigt und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Wildau, 16.10.2012

Christian Troppenz

Abkürzungsverzeichnis

DLR	Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt
DSL	Digital Subscriber Line
EmerT	Emergency mobility of rescue forces and regular Traffic
GHz	Gigahertz
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications
GUI	Graphical User Interface
KML	Keyhole Markup Language
LTE	Long Term Evolution
MHz	Megahertz
MIMO	Multiple Input Multiple Output
OFDM	Orthogonal Frequency-Division Multiplexing
OSM	OpenStreetMap
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
VoIP	Voice over IP
VPN	Virtual Private Network
VSAT	Very Small Aperture Terminal
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WLAN	Wireless Local Area Network
XML	Extensible Markup Langu

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
1.1	Motivation	4
1.2	Zielsetzung	5
1.3	Abgrenzung	6
1.4	Aufbau der Arbeit	6
2	Grundlagen	7
2.1	Katastrophen und Großereignisse	7
2.2	Erdbeben als Beispiel für ein Katastrophenszenario	7
2.3	Evakuierungen	10
2.4	Sicherheit bei Großveranstaltungen	13
3	Evakuierungssysteme	15
3.1	Evakuierungssystem Repka	15
3.2	Evakuierungssystem Hermes	18
3.3	Projekt EVA	20
3.4	EmerT-Portal	21
3.5	Angrenzende Systeme	22
4	Technische Grundlagen	24
4.1	Übertragungswege	24
4.1.1	WLAN Grundlagen IEEE 802.11	24
4.1.2	Ad-hoc-Netzwerke	26
4.1.3	Satellitenkommunikation	27
4.2	Leitsystem	30
4.2.1	Schwarmexperiment	30
4.2.2	Grundsätze der Konzeption und Gestaltung für Fußgängerleitsysteme	31
4.3	Simulation von Evakuierungen	31
4.4	Datenerfassung mit mobilen Endgeräten	34
4.4.1	Notruf	34
4.4.2	Datenerfassung durch eine Applikation	34

4.5	Personendichte	35
5	Anforderungen an ein System zur Evakuierung von Menschen.....	38
5.1	Anforderungen aus der Literatur.....	38
5.2	Vergleich von Hermes und Repka und Folgerungen	38
5.3	Interview	39
5.4	Zusammenfassung der Zielvorgaben	40
6	Systementwurf.....	42
6.1	Darstellung des Systemkonzeptes	42
6.2	Schnittstellendefinition	42
6.3	Eignung der Kommunikationstechnologien für das konzipierte System.....	43
6.3.1	Bewertung des Einsatzes von WLAN IEEE 802.11	43
6.3.2	Verwendung mobiler Ad-hoc-Netzwerke	44
6.3.3	Satellitenkommunikation als redundante Verbindung	45
6.4	Leitsystem mit mobilen Endgeräten	46
6.4.1	Schlussfolgerungen aus dem Schwarmexperiment	46
6.4.2	Gestaltung eines Fußgängerleitsystemes für mobile Anwendungen.....	47
6.4.3	Bewertung klassischer Personen-Leitsysteme.....	48
6.4.4	Vergleich klassischer Personenleitsysteme mit geplantem System	49
6.5	Ermittlung der Rettungswege durch Simulation	50
6.6	Datengewinnung im geplanten System.....	52
6.6.1	Weiterentwicklung der Eingabe durch den User	52
6.6.2	Auskunft über die eigene Position zum Wiederauffinden Angehöriger.....	53
6.6.3	Umsetzung des Notrufes auf die mobile Anwendung	54
6.6.4	Einsatz der Anwendung „Open GPS Tracker“ zur Datenerfassung	55
6.7	Sicherheit der Stromversorgung.....	56
6.8	Erweiterung des EmerT-Portals	56
6.9	Zusammenfassende Beschreibung der Systemarchitektur	59
7	Theoretische Überprüfung der Eignung an ausgewählten Beispielszenarien ...	61
7.1	Erdbeben-Krisengebiet mit zerstörter Kommunikationsinfrastruktur	61
7.2	Großveranstaltung – Silvester am Brandenburger Tor	63

8	Zusammenfassung und Ausblick	67
9	Literaturverzeichnis	69
10	Abbildungsverzeichnis.....	72
11	Tabellenverzeichnis	72
12	Anlagenverzeichnis.....	73

1 Einleitung

1.1 Motivation

Großveranstaltungen sind bei der Bevölkerung sehr beliebt und ziehen immer mehr Besucher an. Sie alle wollen gemeinsam Ereignisse wie Konzerte, Fußballspiele oder Volksfeste erleben. Das Zusammenkommen vieler Menschen an einen Ort birgt hohes Risikopotential. Sicherheit bei Großveranstaltungen ist nicht erst seit der Loveparade 2010, als 21 Menschen bei einer Massenpanik ums Leben kamen, ein wichtiges Thema. Jedoch zeigten sich durch dieses tragische Beispiel erhebliche Sicherheitsmängel bei der Planung und Durchführung solcher Veranstaltungen.

Auch Katastrophen und Evakuierungen stellen die Einsatzkräfte und die beteiligten Behörden vor große Herausforderungen. Die Anforderungen sind immer von der konkreten Situation abhängig. Um tragfähige Sicherheitskonzepte zu entwickeln und handlungsfähig zu sein, müssen in jedem Fall diverse Daten erhoben, zu Informationen verarbeitet und zwischen den beteiligten Personen und Stellen ausgetauscht werden. Großunfälle, Naturkatastrophen, Brände und Terrorismus rücken immer wieder in den Mittelpunkt medialen Interesses und erwecken den Eindruck, dass ihr Auftreten häufiger wird. Auffällig ist, dass z.B. Wetterextreme und wetterbedingte große Naturkatastrophen in den letzten Jahrzehnten sehr häufig auftraten. Das Diagramm vom Bundesumweltamt veranschaulicht den steigenden Trend.

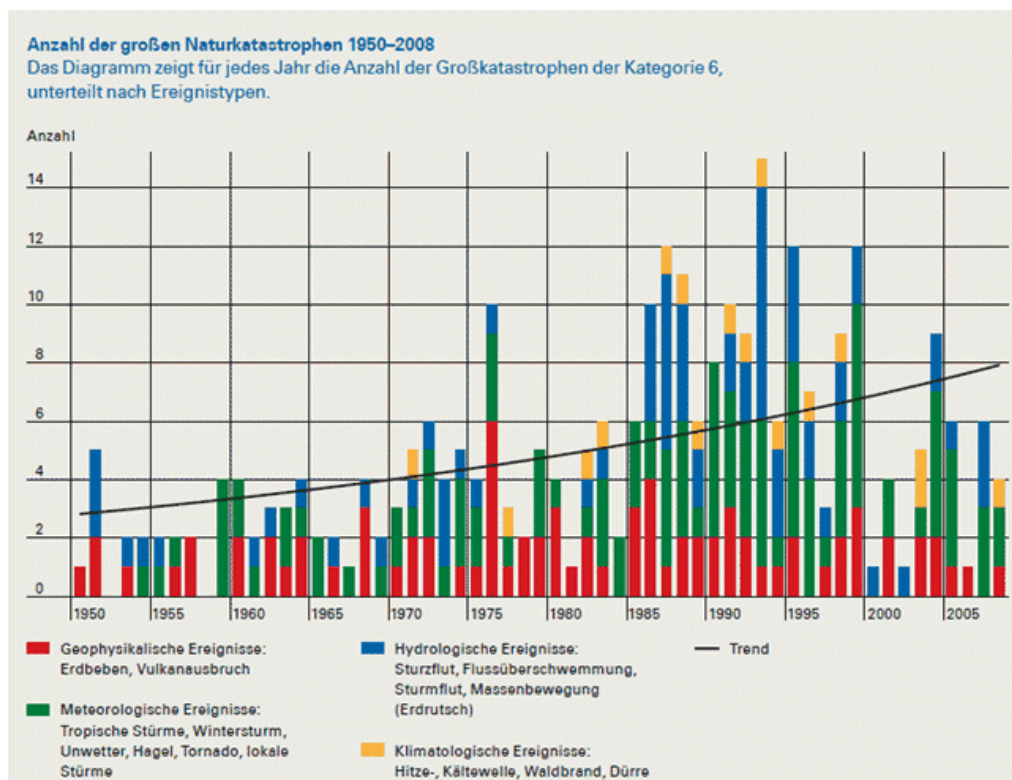


Abbildung 1: Anzahl der großen Naturkatastrophen zwischen 1950 und 2008 [7]

Für die Forschung ergibt sich damit vielfältiger Handlungsbedarf. Die komplexen Szenarien müssen aus unterschiedlichen Blickwinkeln untersucht und ganzheitliche Lösungen entwickelt werden. Wichtige Aufgaben in diesen Zusammenhang sind:

- Verbesserung der Frühwarnung
- Schaffung intelligenter, integrierter Kommunikations- und Informationssysteme
- Entwicklung moderner Evakuierungskonzepte
- Entwicklung effektiverer Maßnahmen zur Rettung und Versorgung verletzter Personen.

1.2 Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist der Entwurf eines Konzepts zur Unterstützung der mobilen Informationsweitergabe bei Evakuierungen, Großveranstaltungen und Katastrophen. Um Evakuierungen auf moderne Weise zu unterstützen, bieten sich Smartphones wegen ihrer vielfältigen Einsatzmöglichkeiten und weiten Verbreitung an. Sie können sowohl zur Datenerfassung, zur Kommunikation als auch als Leit- und Ausgabegerät verwendet werden. Mithilfe einer zu entwickelnden Applikation können zahlreiche Daten gewonnen und kommuniziert werden. Denkbar ist die Erfassung von Benutzerdaten über eine Eingabe, z.B. die Meldung von Notrufen und Zusammenbrüchen der Infrastruktur. Auch die automatische Erfassung von Geokoordinaten und Teilnehmer Routen ist denkbar. Weit verbreitete Telekommunikationstechnologien sollen verwendet werden, um die gewonnenen Daten zwischen Teilnehmern, Rettungskräften und Leitzentrale zu verbreiten. Besonderen Stellenwert bei der Erarbeitung des Entwurfes soll die Einbeziehung von Besuchern der Veranstaltungen oder der zu evakuierenden Personen bekommen. Die Besucher erhalten die Möglichkeit den Einsatzkräften zu helfen, indem sie zur Datengewinnung beitragen. Im Falle von Gefahrensituationen erhalten sie auf diesem Kommunikationskanal hilfreiche Informationen.

Die Einsatzmöglichkeit der Smartphones als Navigationsgerät soll genutzt werden, um Menschen aus Gefahrensituationen oder zu bestimmten Zielen zu lenken. Gleichzeitig erhalten beispielsweise die Behörden die Möglichkeit, durch das Versenden von Nachrichten die Bevölkerung über die aktuelle Lage zu informieren.

Die Einsatzmöglichkeiten zur Unterstützung der Einsatzkräfte mit Hilfe von modernen Kommunikationstechnologien sollen zusammengetragen und in einem sinnvollen Gesamtkonzept vereint werden. Dafür gilt es zunächst, die Anforderungen mit Hilfe von Literaturrecherche und eines Experteninterviews herauszufinden und sie entsprechend zu berücksichtigen. Schließlich soll an geeigneten Beispielszenarien durchdacht und erläutert werden, was das System bei einer Evakuierung im Katastrophenfall und bei einer Großveranstaltung leisten kann.

1.3 Abgrenzung

Beim Entwurf des Konzepts wird nur die Evakuierung von ländlichen und städtischen Regionen berücksichtigt, die Evakuierung von Gebäuden, Schiffen, Land- und Luftfahrzeugen wird nicht betrachtet. Eine Besonderheit bei der gebietsbezogenen Evakuierung ist, dass in diesem Fall stärker auf eine sich ändernde Umgebung reagiert werden muss. Die Wahl eines Evakuierungsweges ist in Regionen meist weniger durch Bebauung eingeschränkt. Ein weiterer bedeutender Unterschied für das System besteht darin, dass GPS in Gebäuden meist nur sehr ungenau funktioniert.

Menschen in einer großen Masse neigen bei Gefahr zu besonders schwer abzuschätzendem Verhalten in Form von Panikreaktionen. Im Rahmen dieser Arbeit kann nur von einem idealisierten Verhalten ausgegangen werden, da die Betrachtung verschiedener Formen von Panikverhalten den Rahmen übersteigen würde.

1.4 Aufbau der Arbeit

Diese Arbeit gliedert sich in 8 Teile, im Einleitungsteil (Kapitel 1) wird der Leser an das Thema herangeführt, Motivation und Ziele der Arbeit werden erläutert. Welche Themen im Rahmen dieser Arbeit nicht untersucht werden, wird im Punkt 1.3 dargelegt.

Im Kapitel 2 werden theoretische Grundlagen zu Großveranstaltungen, Evakuierungen und Katastrophen zusammengefasst. Eine Zusammenstellung bereits existierender oder geplanter Evakuierungssysteme und angrenzender Konzepte schließt sich im Kapitel 3 an. Das Kapitel 4 vervollständigt die theoretischen Grundlagen, die für die Entwicklung der Systemfunktionen notwendig sind. Dazu gehören vor allem die in Frage kommenden Kommunikationstechnologien, die Möglichkeiten der Datenerfassung sowie die Verwendung dieser Daten.

Welchen Anforderungen das System genügen muss, wurde durch eine Literaturrecherche und Experteninterviews erarbeitet und im Kapitel 5 dargestellt. Das sechste Kapitel enthält den eigenen Systementwurf. Die Tauglichkeit der einzelnen Komponenten wird abgeschätzt und die Zusammenstellung des Systems diskutiert.

Anschließend wird anhand von Beispielszenarien erklärt, was das System bei einer Evakuierung im Katastrophenfall und bei einer Großveranstaltung leisten kann.

Im letzten Kapitel werden die Ergebnisse zusammengefasst sowie Möglichkeiten und Ideen zur Weiterentwicklung des Systems erläutert.

2 Grundlagen

2.1 Katastrophen und Großereignisse

Eine Katastrophe wird von der internationalen kriminalpolizeilichen Organisation Interpol [7] folgendermaßen definiert: „Eine Katastrophe ist ein unerwartetes Ereignis, bei dem zahlreiche Menschen getötet oder verletzt werden. Die Ereignisse, die zu Katastrophen führen können, sind vielfältiger Natur. Denkbar sind somit Einsätze nach Verkehrsunfällen, Naturkatastrophen, technischen Unfällen (Brand, Explosionen), terroristischen Anschlägen und kriegesischen Ereignissen.“ In anderen Quellen wird die Anzahl der Verletzten genauer definiert: „Bei Ereignissen mit mehr als 200 Verletzten wird normalerweise von der Katastrophenschwelle gesprochen. [4]

Für Großereignisse oder Großveranstaltungen gibt es keine festgelegte Definition. In der Regel werden Veranstaltungen, die mehr als 100.000 Besucher anziehen, als Großveranstaltung bezeichnet. Solche Besucherzahlen werden bei sportlichen Großveranstaltungen, Konzerten oder Volksfesten erreicht.

2.2 Erdbeben als Beispiel für ein Katastrophenszenario

Im internationalen Vergleich erreichen Erdbeben in Deutschland nur eine relativ geringe Stärke, dennoch können sie Menschen verletzen, Todesopfer fordern und schwere Schäden verursachen. In Deutschland treten seismische Ereignisse vor allem in den Regionen am nördlichen Alpenrand, im Oberrheintalgraben, im mittleren Rheintal, in der Niederrheinischen Bucht und im Kreuzungsbereich der Fränkischen Linie mit dem Egertalgraben in Mitteldeutschland auf. Weiterhin sind die Schwäbische Alp und das Vogtland für seismische Aktivitäten bekannt. [13]

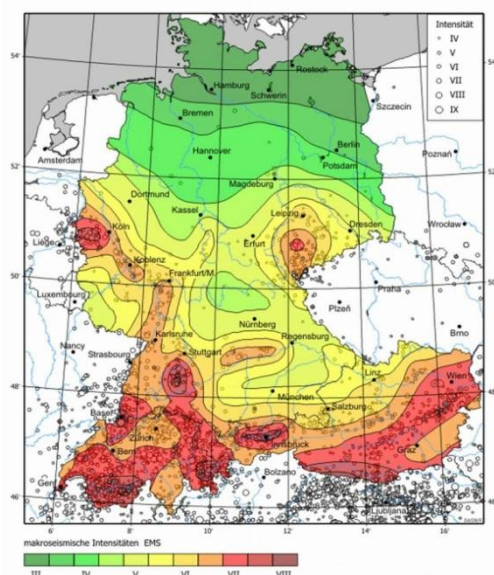


Abbildung 2: Erdbebenzonenkarte für Deutschland, Österreich und die Schweiz [13]

Ein Erdbeben stellt im Vergleich zu anderen Katastrophen und Notlagen besonders hohe Anforderungen an die Einsatzkräfte. Erbebenkatastrophen können ohne Vorwarnung große Gebiete stark in Mitleidenschaft ziehen. Der Höhepunkt der Erdbebenkatastrophe folgt unmittelbar nach Auslösung des Ereignisses. Zwar sind Indikatoren bekannt, die auf Erdbeben hinweisen können, jedoch ist deren lückenlose Erfassung aufwendig und komplex und weist eine relativ große Streuung auf. Eine räumlich und zeitlich exakte Vorhersage zu treffen, ist nach heutigem Stand der Wissenschaft unmöglich.

Die Mobilisierung aller Einsatz- und Führungsorgane und die Auslösung der Maßnahmen muss mit vereinbarten Automatismen sichergestellt werden. Die Führungsprozesse müssen auf allen Stufen sofort aktiviert werden. Eine besondere Rolle spielen Sekundärereignisse, die zu weiteren Schäden an Mensch und Umwelt führen können z.B.:

- Geologische Massenbewegungen,
- Bodenverflüssigung oder Verschiebung,
- Störfälle an Industrieanlagen,
- Freisetzung chemischer, biologischer oder radioaktiver Substanzen,
- Unfälle auf den Verkehrsachsen (Entgleisungen, Trümmer auf Straßen),
- Explosionen und Brände aufgrund von Kurzschlüssen, austretenden Gasen und brennbaren Substanzen, Schäden an Heizungssystemen.

Erbeben werden häufig von Nachbeben begleitet, diese sind ein besonderes Problem und haben massiven Einfluss auf die Ereignisbewältigung. Sie erschweren und gefährden die Ortung und Rettung von Verschütteten und bringen häufig vom Hauptbeben beschädigte Gebäude zum Einsturz. [12]

Ortung und Rettung

Ortung und Rettung verletzter Personen haben in den ersten Tagen nach einem Erdbeben Priorität. Abhängig von der Art der Verletzung sind die Überlebenschancen nach einem Erdbeben hoch, sinken aber in kurzer Zeit stark ab. Die Erfahrung zeigt, dass rund 80% der Verschütteten von Überlebenden in der Nachbarschaft unmittelbar nach dem Ereignis geborgen werden. Für diese Rettung sind zahlreiche Helfer notwendig, sie erfolgt in den meisten Fällen spontan und unkoordiniert. Eine übergeordnete Koordination ist wegen der unübersichtlichen Lage kaum möglich und wird von einigen Experten als kontraproduktiv eingeschätzt. Rund 15% der Verschütteten werden in der Regel erst nach mehreren Stunden geborgen. Oft ist dies nur nach Heranführung von Spezialisten und der erforderlichen Technik möglich.

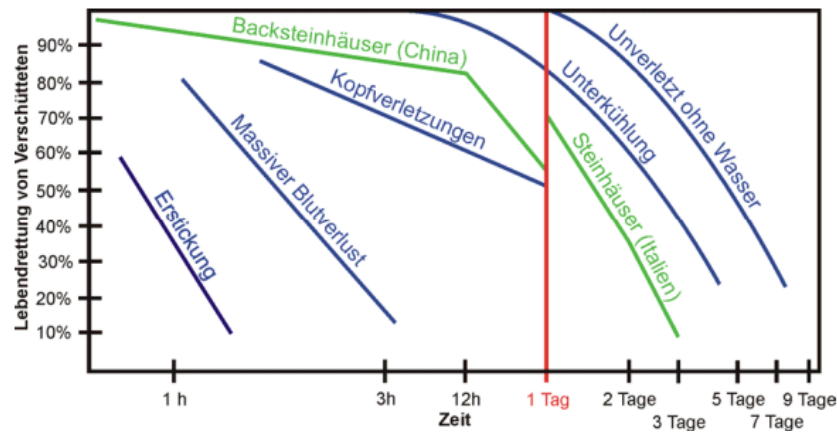


Abbildung 3: Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Wahrscheinlichkeit auf Lebendrettung in Abhängigkeit von der Zeit, der Art der Verletzung und des Baumaterials des Gebäudes [12]

Information der Bevölkerung als zentrales Führungselement

Verletzungen, Verlust von Angehörigen und Bekannten, sowie der Eindruck von der allgemeinen Zerstörung und den erlittenen persönlichen Verlusten führen dazu, dass ein großer Teil der Bevölkerung für Stunden oder Tage nach dem Erdbeben unter Schock steht. Das Verhalten gegenüber offiziellen Anweisungen ist oftmals geprägt von Verzweiflung, Hilflosigkeit aber auch Unzufriedenheit. Während der Chaosphase werden von Betroffenen enorme Kräfte zur Selbst- und Spontanhilfe mobilisiert. Falls die Hilfe von außen erst verspätet eintrifft und die Informationen spärlich oder widersprüchlich sind, kann sich die entstehende Frustration in der Bevölkerung über die vermeintliche mangelnde Unterstützung der Behörden schnell Luft machen. [12]

„Unmittelbar nach einem Erdbeben muss die gesamte Bevölkerung laufend, flächendeckend und proaktiv über die Ereignisse und die aktuelle Lage informiert werden. Die ersten Informationen müssen sehr rasch verbreitet werden, auch wenn die Faktenlage noch nicht klar ist. Mit der Verbreitung von inhaltlich klaren und auf die Bedürfnisse ausgerichteten Verhaltensanweisungen oder Empfehlungen kann der Schutz der Bevölkerung erhöht sowie der Wille und die Fähigkeit zur Selbst- und Spontanhilfe gestärkt werden.“ [12]

Ausfall öffentlicher Kommunikationsnetzwerke

Vom Erdbeben beeinträchtigt ist zumeist die gesamte Infrastruktur, das betrifft neben Verkehrswegen und Energieversorgung auch die Kommunikationswege.

Nach einem Erdbeben können während der ersten Stunden bis Tage sämtlichen öffentliche Kommunikationswerke vor allem im Hauptschadensraum überlastet, gestört oder ausgefallen sein. Betroffen sind alle öffentlichen Netze zur technischen Übermittlung

von Sprache, Daten oder Multimediainformationen zwischen Einzelpersonen oder Einzelpersonen und Organisationen. [12]

Das Versagen der Kommunikationsnetzwerke wird von der Bevölkerung als beunruhigend empfunden, da sich wesentliche Prozesse des Alltags darauf abstützen. Bei Notfällen ist man nicht mehr in der Lage, Rettungswagen, Feuerwehr oder Polizei zu alarmieren und fühlt sich deshalb stärker gefährdet, selbst wenn kein Notfall eintritt. Zusätzlich entsteht bei einer Erdbebenkatastrophe bei der Bevölkerung ein enormes Informations- und Kommunikationsbedürfnis, das wegen des Ausfalls der öffentlichen Netze noch verstärkt wird. Besonderen Stellenwert hat die Aufrechterhaltung der Kommunikationsmöglichkeit für die Einsatz- und Führungskräfte. „In allen Lagen muss der Austausch von Schlüsselnachrichten und Informationen sowie Warnungen und Alarmierungsaufträgen zwischen sämtlichen Fachorganen sowie Einsatz- und Führungsorganen des Bevölkerungsschutzes ausschließlich über krisenfeste oder redundante Kommunikationskanäle erfolgen.“ [12]

„Da im Falle einer internationalen Erdbebenkatastrophe Spezialisten und Material mit Sicherheit nicht in ausreichender Zahl vorhanden sind, um Kommunikationswerke und Sendeanlagen rasch instand stellen zu können, muss der Betrieb der noch intakten Kommunikationswerke für die Nutzung von Einsatz und Führungskräften priorisiert werden.“ [12]

2.3 Evakuierungen

Zu den zentralen Rettungsmaßnahmen z.B. bei Großunfällen oder Katastrophen zählt die Evakuierung von Menschen aus gefährdeten Gebieten oder Gebäuden. Evakuierungen sind eine der schwierigsten Aufgaben im Bevölkerungsschutz, weil es sich um harte und folgeschwere Maßnahmen handelt, die nur durch die verantwortlichen Behörden oder - vor allem bei Notevakuierungen - durch die Einsatzkräfte angeordnet werden können. Evakuierungen erfordern die gezielte Lenkung einer größeren Personenzahl, was selbst bei kleineren Alltagsereignissen schwierig ist. Zudem muss die soziale Dynamik verschiedener Gruppen und schwer abzuschätzendes Verhalten im Krisenfall eingeplant werden. Weitere Faktoren, die Evakuierungen schwierig machen, sind der Zeitdruck und die oft unklare Informationslage bei ihrer Auslösung. [11]

Planung einer Evakuierung

Eine Evakuierung lässt sich wegen der Vielzahl der zu berücksichtigenden Faktoren im Voraus nicht exakt planen. Die Durchführung muss immer flexibel an die sich ändernden Umstände angepasst werden. Trotzdem ist die Evakuierungsplanung ein wichtiger Bestandteil der Vorbereitung. In ihr müssen Zuständigkeiten festgelegt, Entscheidungen vorbereitet, sowie Aufgaben und Maßnahmen erläutert werden, die bei der Durchführung

einer Evakuierung zu berücksichtigen sind. In diesem Plan sollen kurz und prägnant die wesentlichen Informationen enthalten sein, welche die betroffenen Führungs- und Einsatzkräfte benötigen.

Nachfolgend sollen die wichtigsten Aspekte einer Evakuierungsplanung allgemein beschrieben werden, wie sie das Bundesamt für Bevölkerungsschutz der Schweiz [11] vorsieht, je nach Situation und Lage kann es erforderlich sein, Anpassungen vorzunehmen:

1. Beschreibung der Gefährdung, die eine Evakuierung erforderlich macht: Jede Planung muss sich auf eine bestimmte Gefahr beziehen, es ist kaum möglich, mit einer Planung verschiedene Szenarien abzudecken.
2. Rahmenbedingungen: Je nach Gefährdung sind verschiedene Annahmen bezüglich der Rahmenbedingungen einer Evakuierung zu treffen, dazu gehören vor allem Annahmen über Auswirkungen und Gefährdung, welche eine Evakuierung erschweren (z.B. Zustand des Verkehrsnetzes)
3. Festlegung des Evakuierungsgebietes
4. Definition von Einrichtungen, die speziell berücksichtigt werden müssen (Schulen, Gefängnisse, Industriebetriebe), für sie müssen gesonderte Maßnahmenpläne vorhanden sein
5. Beschreibung, wie die Bevölkerung des Gebietes voraussichtlich reagieren wird, sowie des erwarteten Ablaufes der Evakuierung. Der Erfolg einer Evakuierung hängt zum großen Teil von der Reaktion der Bevölkerung ab. Darum sind Informationen zu beschaffen oder Annahmen zu treffen bezüglich folgender Fragestellungen:
 - Wie verhält sich die Bevölkerung im Falle einer Evakuierung?
 - Wie viele Personen halten sich im betroffenen Gebiet auf?
 - Wie viele Personen leisten der Evakuierungsaufforderung wie schnell Folge?
 - Wie viele Personen sehen sich außerhalb des Gebietes als gefährdet an und werden sich daher selbst entfernen?
 - Wie viele Personen sind auf den öffentlichen Verkehr angewiesen?
6. Festlegung von Aufnahmestellen, an denen sich die evakuierte Bevölkerung einfinden muss. Die Festlegung von Aufnahmestellen kann je nach Szenario schon vor dem Ereignis oder situativ erfolgen.
7. Definition der Auslösekriterien für die Evakuierung
8. Regelung der Zuständigkeiten für:
 - die Vorbereitung,
 - die Auslösung,
 - die Einsatzleitung,
 - den Einsatzort,
 - die Eigenheiten der besonderen Einrichtungen im Evakuierungsgebiet.

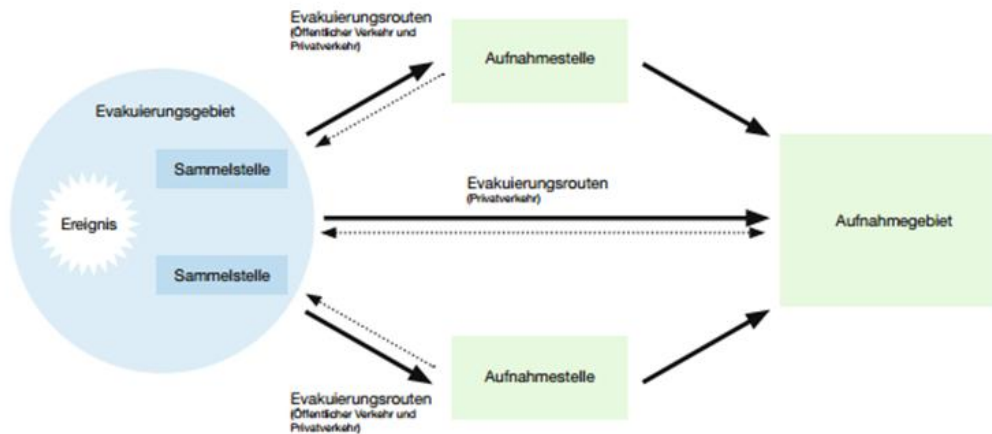


Abbildung 4: Schematische Darstellung einer Evakuierung; [12]

Weiterhin sollten nach [11] folgende Aspekte in einer Evakuierungsplanung berücksichtigt werden:

Ständige Information der Bevölkerung: Um günstige Bedingungen für die Evakuierung zu schaffen, ist es erforderlich, die Bevölkerung auf eine mögliche Evakuierung vorzubereiten und zu informieren. Weiterhin muss festgelegt werden, auf welche Weise die Alarmierung und Information vor, während und nach dem Ereignis erfolgen soll.

Transportbedarf: Von zentraler Bedeutung für jede Evakuierung, die sich über mehr als einige hundert Meter erstreckt, ist der Transport der zu Evakuierenden. Von der Organisation des Transports ist abhängig, wie schnell eine Evakuierung erfolgen kann. Benötigt werden Schätzungen: Wie hoch ist der Transportbedarf? Wie viele Menschen sind mit Privatverkehr und wie viele mit öffentlichen Verkehrsmitteln wahrscheinlich zu transportieren? Privatverkehr erleichtert tendenziell den Transport, ist aber schwerer zu kontrollieren und es kann zu Verkehrsproblemen kommen. Der öffentliche Transport erfordert umfangreiche Vorsorgemaßnahmen, ist aber bei guter Planung sehr leistungsfähig und lässt sich besser planen und kontrollieren. Öffentliche Transportmittel müssen bei jeder Evakuierung eingeplant werden, da nie alle Betroffenen auf eigene Fahrzeuge zurückgreifen können.

Aufnahme der Betroffenen: Primär müssen Betroffene erfasst, medizinisch versorgt und betreut werden, hierfür sind Aufnahme- oder Registrierstellen notwendig. Auskunftsstellen sollen eingerichtet werden, an denen Betroffene Fragen zur Evakuierung stellen oder sich nach den Verbleib von Angehörigen erkundigen können.

Polizeiliche Maßnahmen: Evakuierungen werfen Fragen bezüglich Ordnung und Sicherheit auf. Folgende Kernpunkte sollen berücksichtigt werden: Freihalten von Achsen für die Einsatzkräfte, Sicherung des zu evakuierenden Gebietes (z.B. Plünderungen

verhindern), Kontrolle ob Personen zurückgeblieben sind und Selbstschutz von Einsatzkräften.

Medizinische Versorgung und Betreuung: Ein Ereignis, welches eine Evakuierung notwendig macht, ist für die Betroffenen eine große Belastung. Aufgrund des oft hektischen Verlaufs von Evakuierungen ist mit Verletzungen zu rechnen. Folgende Aspekte sind zu regeln: Sicherstellen von ärztlicher und psychosozialer Betreuung, von Verpflegung und von leistungsfähigen sanitären Anlagen. [11]

Faktor Mensch

Die Unvorhersehbarkeit des menschlichen Verhaltens ist ein schwerwiegendes Problem jeder Evakuierung, insbesondere wenn es sich um Großveranstaltungen handelt. Zum Umstand, dass sich viele Menschen auf engem Raum befinden, kommt die Tatsache, dass ein großer Teil der Veranstaltungsbesucher ortsunkundig ist. Im Notfall versuchen Menschen instinktiv zu fliehen, die Rettungswege sind häufig unbekannt oder unübersichtlich. Unter Umständen werden im Schadensfall unterschiedliche Fluchtwege identifiziert, durch die einsetzenden Fluchtbewegungen in unterschiedliche Richtungen können Menschen zu Schaden kommen. Durch mangelnde Übersicht und schwer abschätzbare Verhaltensweisen besteht die Gefahr, dass bereits kleine Störungen katastrophale Wirkungen haben und viele Menschen in Gefahr bringen. [4]

Häufig kommt es zu typischen Verhaltensweisen, die es zu berücksichtigen gilt. Ein wesentliches Problem ist rücksichtsloses Verhalten an Engstellen und daraus folgende Verletzungen. Weiterhin wird beobachtet, dass Menschen, sobald sie die unmittelbare Gefahrenzone verlassen haben, zurücklaufen, um anderen Personen zu helfen oder ihre Angehörigen zu suchen. Hierbei blockieren sie die Fluchtwege und begeben sich selbst in Gefahr.

2.4 Sicherheit bei Großveranstaltungen

Als bei der Loveparade 2010 in Folge Massenpanik 21 Menschen ums Leben kamen, offenbarten sich auf tragische Weise erhebliche Sicherheitsmängel bei Sicherheitskonzepten solcher Veranstaltungen. Danach gab es zahlreiche Veranstaltungen und Projekte zum Thema, z.B. das Symposium „Großveranstaltungen – Versuch einer Bestandsaufnahme zu Sicherheitsaspekten“, welches vom Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe initiiert wurde. Dabei nutzten rund 100 Experten der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben die Gelegenheit, um Erfahrungen auszutauschen und Probleme zu identifizieren. Es wurde deutlich, dass es in Deutschland an einer gemeinsamen Plattform fehlt, auf der Erfahrungen und Wissen ausgetauscht werden und Probleme frühzeitig offengelegt werden können. Eine interne

Arbeitsgruppe wurde ins Leben gerufen, die das Thema weiter verfolgen soll und die anwesenden Experten wurden zum Aufbau eines Expertennetzwerkes ermuntert. [18]

Ein weiteres Problem ist die Ausbildung der Mitarbeiter von Behörden, die häufig auf sich gestellt sind, wenn es um die zahlreichen und komplexen Sicherheitsaspekte einer Großveranstaltung geht. Erschwerend kommt hinzu, dass sie entgegengesetzten Interessen aus Wirtschaft, Politik und Gesellschaft ausgesetzt sind. Herausgestellt wurde weiterhin, dass auch für die Genehmigungsbehörden und Einsatzkräfte ein hohes Risiko besteht. Oft sind es Extremwetter-Ereignisse, die friedliche und fröhliche Feste in Katastrophen umschlagen lassen. Jedoch gibt es noch eine Vielzahl weiterer Risiken. [18]

Eine weitere Perspektive auf die deutsche Herangehensweise im internationalen Vergleich liefert Ralf Zimme, Leiter der Veranstaltungstechnik in der Düsseldorfer Esprit-Arena und Mitglied im Strategyboard „Yes“ (Yourope Event Safety Group), die für ein länderübergreifendes Sicherheitskonzept eintritt. Aus seiner Sicht fehlt es in Deutschland an sicheren Plänen für Bühnenabsperungen und Einlassbereiche. Er sieht Defizite im „Crowd Managment“, also vor allem im sicheren „Befüllen“ von Veranstaltungsstätten. Für ihn gehören dazu auch die frühzeitige Ermittlung der zu erwartenden Zuschauerstruktur und eine Abschätzung ihres Verhaltens. Gerade im internationalen Vergleich vermisst Zimme die sensiblere Vorausplanung, daraus resultiert ein erhöhtes Risiko für Störungen, die bei Besuchern zur Erregbarkeit, Reizbarkeit und Hysterie führen können. Weiterhin sieht er keine ausreichende Berücksichtigung bewegungseingeschränkter Personen. [22]

Nachdrücklich verweist Zimme auf Vorbilder in England, hier habe sich aus Erfahrungen vergangener Jahre ein „Guide-System“ herausgebildet, das keinen Gesetz- aber Verordnungscharakter hat. Trotzdem wird es von allen so akzeptiert, dass es für die gesamte Veranstaltungsindustrie als Grundlage dient. Alle Guides können im Internet heruntergeladen werden und sind für das breite Zielpublikum verständlich geschrieben. Beispielsweise gibt es zusätzlich zu dem allgemein gehaltenen „Event Safety Guide“ einen „Good Practice Safety Guide“ sowie Regeln für „Fire Safety Risk Assessment“. [22]

Ohne Informationen über die zu erwartende Besucherzahl und das zu erwartende Verhalten ist eine erfolgreiche Planung einer solchen Veranstaltung, die auch die Disposition von Rettungskräften umfasst, kaum möglich. Aus Erfahrungen vergangener Veranstaltungen können Planungswerte für zukünftige Veranstaltungen gewonnen werden; wie z.B.: „Schätzungen zufolge sind bei Veranstaltungen mit 100 000 Besuchern ca. 300 Personen zu versorgen, darunter sind 70 Personen, die transportiert werden müssen. Bei Ereignissen mit mehr als 200 Verletzten wird normalerweise von der Katastrophenschwelle gesprochen. Die Genauigkeit dieser Annahmen und der mögliche Einfluss einer sogenannten Zusatzlast – Brand, Anschlag etc. – sind unbekannte Größen.“ [4]

3 Evakuierungssysteme

Die Betrachtung verschiedener Evakuierungssysteme offenbart, dass große Anstrengungen in zahlreichen Projekten unternommen werden. Das Entwicklungsspektrum reicht dabei von einzelnen interessanten Fragestellungen bis hin zu komplexen Systemen. Der Trend geht zu integrierten Ansätzen und zum engeren Zusammenwirken verschiedener Einsatzkräfte. Das ist Kernthema mehrerer Projekte.

3.1 Evakuierungssystem Repka

Repka steht für „Regionale Evakuierung: Planung, Kontrolle und Anpassung“ und ist ein Evakuierungssystem. Es soll die schnelle und zuverlässige Evakuierung von Regionen erleichtern. Die Besonderheit dieses Projektes besteht in der Annahme, dass bereits wenige informierte Besucher ausreichen, um eine große uninformierte Menschenmasse zu leiten. Die Lokalisierung der Menschen erfolgt über die awiloc-Technologie des Fraunhofer IIS. Die verschiedenen Aufgaben und Forschungsgebiete sollen ganzheitlich betrachtet und integriert werden. Alle Bausteine des Systems wurden auf geeignete Akteure verteilt, die im Folgenden vorgestellt werden sollen. [21]

Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS)

Im Fokus der Bemühungen steht die Optimierung der realen Evakuierungen. Dafür werden die BOS einbezogen, die im Ernstfall für die Gefahrenabwehr zuständig sind. Ihre Aufgaben im Projekt umfassen das Planen und die Durchführung von Evakuierungsübungen. Diese sind notwendig, um Daten für die Optimierung und Simulation zu gewinnen. Weiterhin sollen durch die BOS relevante Szenarien definiert und bestehende Regelungen und Abläufe eingebracht werden. Sie bringen Erfahrungen und bestehende Einsatzpläne ein, die mit Erkenntnissen aus dem Projekt verbessert werden sollen. Die Evaluierung der Themengebiete „Optimierung“ und „Simulation“ wird von ihnen vorgenommen. [21]

Siemens und Technische Universität München - Simulation von Personenströmen

Die Siemens AG entwickelt in ihrer Forschungsabteilung „Modellierung, Simulation und Optimierung“ einen Demonstrator für mikroskopische Personenstromsimulation. Die Verwendung des mikroskopischen Modells erlaubt eine große Detailtreue, bringt aber gleichzeitig hohen Rechenaufwand mit sich. Ziel ist es, das Laufverhalten von bis zu 60.000 Menschen in Echtzeit zu simulieren. Verschiedene Routing Methoden und Evakuierungsstrategien können hiermit getestet werden.

Der Lehrstuhl für „Computing und Engineering“ der Universität München erweitert das mikroskopische Modell der Siemens AG um einen graphenbasierten Ansatz, der

ausgehend vom Gelände eines zu simulierenden Szenarios einen Wegegraph erzeugt. Damit können unterschiedliche Verhaltensmodelle von Fußgängern simuliert und das Szenario zur Laufzeit effizient verändert werden. Der Studiengang „Scientific Computing“ der Universität München untersucht, wie sich die Gruppenbildung auf die Bewegung der Menge“ auswirkt und unterstützt damit die Entwicklung des Demonstrators. [21]

Fraunhofer IIS - awiloc

Die Kenntnis der eigenen Position ist für ein Evakuierungssystem wichtig. Das System Repka setzt hierbei auf die awiloc Technologie des Fraunhofer IIS. Mit dieser Technologie können mobile Endgeräte auf Basis von Feldstärkemessungen die eigene Position selbstständig bestimmen.

„Für die awiloc-Technologie werden an Referenzpunkten Messwerte aufgenommen, welche alle empfangenen WLAN-Basisstationen und die dazugehörigen Empfangsinformationen enthalten. Die Empfangsinformationen beinhalten dabei lediglich die gemessenen Signalstärken der vorhandenen WLAN-Basisstationen an dem Referenzpunkt. Das Signalstärkemuster der Empfangsinformationen an Referenzpunkten wird in einer Datenbank hinterlegt und auf dem mobilen Endgerät als Basis für die eigene Positionsbestimmung genutzt. [9]

Der Lokalisierungsalgorithmus ist hierbei unabhängig von der verwendeten Übertragungstechnologie, jedoch wird WLAN auf Grund seiner Verbreitung bevorzugt verwendet. Die verschiedenen Kommunikationsnetze z.B. von WLAN, GSM oder UMTS werden kombiniert benutzt und somit das Risiko minimiert, dass beim Ausfall einer Technologie das Gesamtsystem nicht mehr funktioniert. Die Positionsbestimmung erfolgt autark, also ohne Datenkommunikation auf dem Endgerät. Es wird nicht von außen geortet, sondern berechnet seine Position selbst. Der Vorteil von awiloc gegenüber GPS ist laut Fraunhofer IIS nicht nur eine exaktere Positionsbestimmung im Vergleich zu GPS sondern auch, dass es in Gebäuden eingesetzt werden kann. Um ein Gebiet oder eine Stadt für das System zu erfassen, müssen zunächst die Feldstärken der Kommunikationstechnologien gemessen werden. Das geschieht durch Fahrzeuge, die mit entsprechenden Messgeräten sowie einem GPS an Bord durch eine Stadt fahren. Dabei werden nur MAC-Adresse und Feldstärken erfasst, die dann in einer Datenbank für die weitere Verarbeitung gesammelt werden. [9]

IT2media – Fußgängerleitsystem

Das Unternehmen IT2media stellt die notwendigen Serversysteme zur Verfügung und übernimmt deren Betrieb. Zu den Aufgaben gehört auch die Implementierung und Entwicklung der benötigten Programme und Systeme. Besondere Bedeutung für das Projekt hat die Entwicklung der Anwendung MobileWALK für mobile Endgeräte mit

Android Betriebssystem, die es dem Benutzer ermöglicht, im Evakuierungsfall eine schnelle Fluchtroute zu finden oder eine Hilfestation zu erreichen. Im Katastrophenfall zeigt eine Karte auf dem Handydisplay auf den Meter genau an, wo man steht und wohin man laufen sollte. [21]

Displayscreenshots der Software MobileWALK für mobile Endgeräte

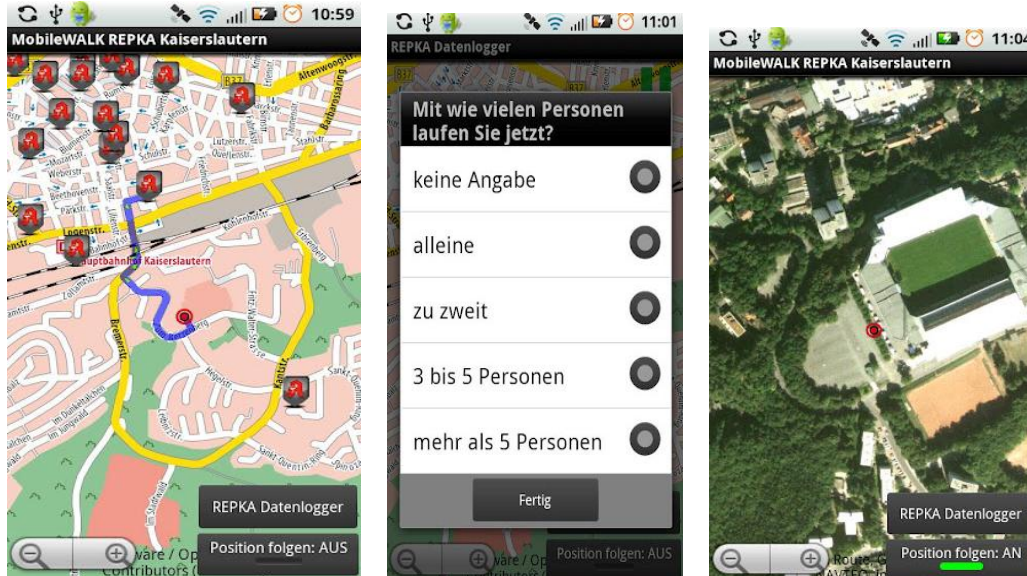


Abbildung 5: Displayscreenshots der Software MobileWALK für mobile Endgeräte; [14]

Technische Universität Kaiserslautern Mathematische Optimierung in der Evakuierungsplanung

Die Technische Universität Kaiserslautern modelliert das Gebiet Betzenberg in einem Makromodell. Schwerpunktmäßig sollen neue Ideen im Bereich von Netzwerkflussalgorithmen entwickelt und Systemoptimierung betrieben werden. Ein weiteres Ziel ist der Beweis unterer Schranken für Evakuierungszeiten. Hierfür sollen geeignete Standorte für Rettungswagen bestimmt werden, um Evakuierungszeiten möglichst gering zu halten, ohne deren Funktionalität einzuschränken. [21]

Technische Universität Kaiserslautern - Akzeptanzforschung

Das zweite Forschungsgebiet der TU Kaiserslautern ist die Begleitung des Projektes mit empirischen Methoden für die sozialwissenschaftliche Akzeptanzforschung der im Projekt entwickelten Technologien. Insbesondere die Techniknutzung unterschiedlicher Besuchergruppen und ihr Vertrauen in Leitsysteme soll darin untersucht werden. Weiterhin wird Angst- und Panikforschung durchgeführt, um die auftretenden besonderen Verhaltensweisen der Menschen besser zu verstehen. [21]

3.2 Evakuierungssystem Hermes

Hermes ist ein Evakuierungsassistent und kann bei Großveranstaltungen die Einsatzleitung unterstützen, um die Sicherheit der Besucher zu verbessern. Das soll helfen, die Einschätzung der Gefahrenlage zu verbessern, Handlungsoptionen aufzuzeigen und das Sicherheitspersonal optimal zu steuern. Dafür wurde ein modellgestütztes Verfahren entwickelt.

Das Projekt hilft wichtige Fragen zu beantworten:

- Wie viele Personen halten sich in bestimmten Bereichen auf?
- Wo sind aktuell kritische Situationen?
- Wo entstehen kritische Situationen oder zu hohe Personendichten?
- Wie werden Ordnungskräfte vor einer Gefahrensituation oder Evakuierung optimal disponiert?
- Auf welche Weise kann optimal evakuiert werden? [19]

Der Evakuierungsassistent ist in der Lage:

- die Erstellung neuer Szenarien zu ermöglichen
- die aktuelle Befüllung des Geländes oder Arena zu erfassen und anzuzeigen
- den Zustand von Räumen, Teilgebieten und Zugängen sichtbar zu machen
- besonders schnell Prognosen bereitzustellen
- die Planung einer Veranstaltung zu unterstützen
- mit spezifischen Veranstaltungskonfigurationen an die Arena angepasst zu werden
- die Kommunikation mit Bereichsleitern und Ordnern zu unterstützen. [19]

Am Beispiel der Kölner-Esprit Arena wurde der Evakuierungsassistent getestet und weiter entwickelt. Die moderne Multifunktionsarena wurde im Jahr 2005 errichtet. Das System ist genau passend für das Stadion für Veranstaltungen ausgelegt, bei denen bis zu 60.000 Menschen teilnehmen. Im Vorfeld wurde unter Laborbedingungen mit 300 Personen in der Esprit-Arena die Fußgängerdynamik untersucht. Die Probanden wurden in drei Gruppen eingeteilt und sollten auf ein Zeichen zu den Ausgängen laufen. Aus diesen Daten wurden mikroskopisch kontinuierliche und diskrete Raummodelle sowie makroskopische Netzwerkmodelle entwickelt, welche speziell für die Esprit-Arena konfiguriert wurden.

Mit Hilfe von automatischen Personenzählungen durch ein neuentwickeltes Kamerasystem (Vitracom AG) werden an verschiedenen Stellen des Gebäudekomplexes mit einer Bildanalysesoftware Personenzahlen ermittelt und daraus Stauprognosen erstellt. Weiterhin wird das System an das Gebäudemanagementsystem angeschlossen. Mit Hilfe eines Hochleistungsrechners werden Simulationen berechnet und die Daten den

Einsatzleitern zur Verfügung gestellt. Ändern sich Lage oder Daten, kann die Simulation auf die jeweilige Situation angepasst werden. Pro Minute Berechnungszeit kann eine Vorhersage für 15 Minuten geliefert werden. Die Berechnung wird kontinuierlich auf die aktuelle Situation angepasst. [19]



Abbildung 6: Mikosimulation – Prognose des Fußgängerverhaltens; [19]

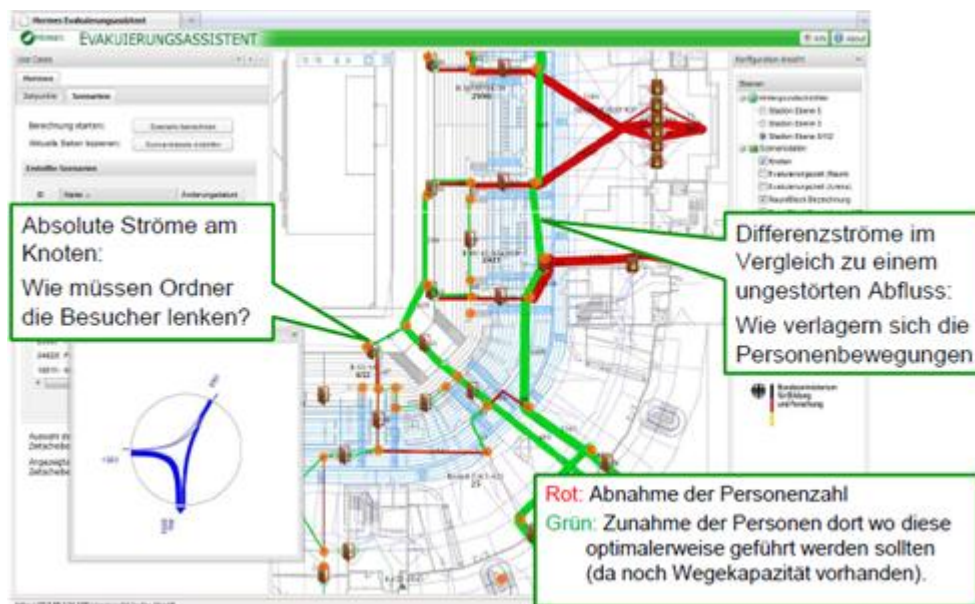


Abbildung 7: Makrosimulation – optimale Wegeführung; [19]

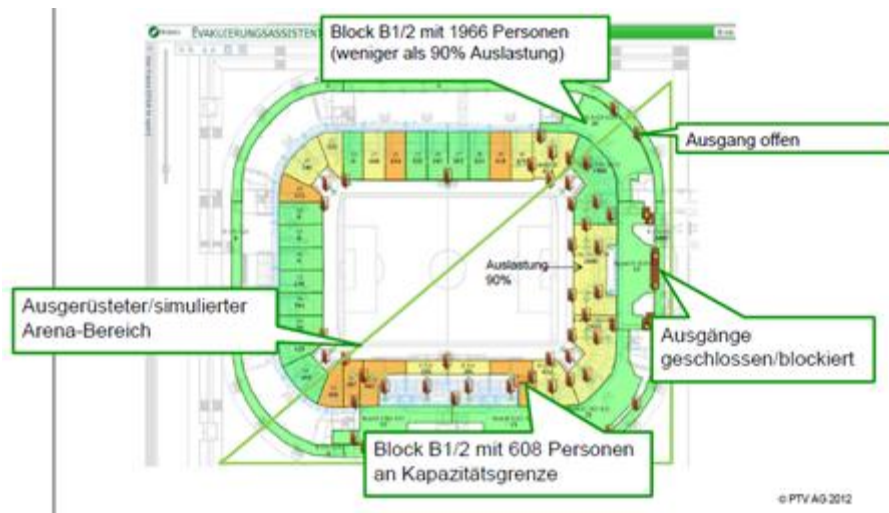


Abbildung 8: Ansicht „aktueller Zustand“; [19]

Der Prototyp wurde sechs Monate auf verschiedenen Veranstaltungen getestet. Dabei zeigte sich, dass die Integration von vielen Komponenten zu einem funktionsfähigen Prototyp insgesamt ein Erfolg war. Als Entscheidungshilfe im Einsatz war der Prototyp nicht ausgereift, erwies sich aber für die Vorbereitung von Veranstaltungen als nützlich. Es zeigte sich, dass die Mikrosimulation für den Evakuierungsassistenten anwendbar ist und durch Parallelisierung Rechenzeiten wesentlich kleiner als Realzeit erreicht werden können. Die empirische Datenbasis erwies sich als wertvoll, die Personenströme konnten realistisch modelliert werden. Die Implementierung der Oberfläche als Web-Applikation hat sich bewährt (Vorteile: Zugriff von beliebigen Orten, Schulung außerhalb des Einsatzes, gute Bedienbarkeit).

Es zeigte sich aber auch, dass an das System sehr hohe Anforderungen gestellt werden müssen, schon kleine Unstimmigkeiten irritieren und lenken von Entscheidungen ab. Die Ausrüstung ist sehr kostenaufwendig, besonders die kameragestützte Personenzählung ist sehr teuer und erweist sich bei hohen Dichten oder Dunkelheit als noch nicht ausgereift. Die Konfiguration für spezifische Veranstaltungen ist sehr aufwendig. [19]

3.3 Projekt EVA

Bei allen Großveranstaltungen setzt der Schutz der Menschen eine fundierte Planungsgrundlage für die Einsatzkräfte voraus, die z.Z. nicht existiert. Um diesen Mangel zu beheben, wurde das Verbundprojekt „Risiko Großveranstaltungen – Planung, Bewertung, EVAkuierung und Rettungskonzepte“ (EVA) geschaffen. [4]

Die Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes koordiniert die Arbeit der beteiligten Projektpartner (Fraunhofer-Institut, Universität Paderborn, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Feuerwehr und Rettungstechnologie Dortmund und einige Unternehmen).

Oft sind es einfache Maßnahmen, wie ein Verbot von Gläsern, die erheblichen Einfluss auf die Sicherheit der Besucher von Großveranstaltungen haben. Jedoch sind diese Parameter vielfältig und Planungsgrenzwerte, wie z.B. die maximale Anzahl von Personen, für die bestimmte Veranstaltungsorte geeignet sind, sind nicht bekannt oder werden aus wissenschaftlich nicht begründeten Erfahrungen abgeleitet. Was also ist eine kritische Großveranstaltung?

Im Projekt sollen relevante Parameter einer Großveranstaltung wie Ort, Verkehrsinfrastruktur oder Zielgruppe untersucht werden und an Hand dieser Parameter Konzepte zur Risikobewertung, Evakuierungsplanung und Rettung interdisziplinär entwickelt und mit Simulationen geprüft werden. Ein Katalog von Einflussfaktoren für kritische Großveranstaltungen soll erstellt werden, mit dem sich beispielsweise entscheiden lässt, ob sich eine bestimmte Großveranstaltung in einer Stadt durchführen lässt. Mit Hilfe von Risikobewertungs- und Simulationswerkzeugen und gesammelten Daten sollen Rettungskonzepte entwickelt und die rasche Einleitung von Rettungsmaßnahmen unterstützt werden. Weiterhin sollen neue Schulungskonzepte für Rettungskräfte entworfen werden. [4]

3.4 EmerT-Portal

Das EmerT-Portal (Emergency mobility of rescue forces and regular Traffic) gehört zum Verkehrsmanagementsystem für Katastrophen und Großereignisse (kurz: VABENE). VABENE dient zur Verbesserung der Vernetzung von Rettungskräften, Katastrophenschutz und Verkehrsbehörden durch Zusammenführung von Verkehrslage- und Katastropheninformationen. Die Webschnittstelle des Portals bietet einen leicht erreichbaren Zugang zu einer Vielzahl von Daten, die auf unterschiedlichen Wegen gewonnen werden. Grundlage der Funktionalitäten ist ein Gesamtverkehrslagebild, welches auf aktuellen Verkehrs- und Infrastrukturdaten beruht. Die Verkehrsdaten stammen von verschiedenen Sensorsystemen, in erster Linie von Induktionsschleifen und werden z.B. durch Daten von Verkehrskameras, Floating Car Data und luftgestützter Verkehrsdatenerfassung ergänzt. Wenn für Straßen keine aktuellen Verkehrsdaten verfügbar sind, können sie mit Hilfe einer Verkehrssimulation geschätzt werden. Das passiert durch Annahmen zum zu erwarteten Verkehr, welche mit den aktuellen Werten der Sensoren aus der Umgebung abgeglichen werden. Für die Koordination der Einsatzkräfte werden die Funktionen um Routenplaner, Routenüberwachung, Bereitstellungsraumbewertung oder Erreichbarkeitsanalysen ergänzt. Auch die Daten des vom DLR entwickelten, luftgestützten 3K-Verkehrsbeobachtungssystems werden im Portal erreichbar gehalten. Hiermit werden großflächig aktuelle Verkehrs- und Infrastrukturdaten erfasst, die dann den Einsatzkräften zur Verfügung stehen, um Informationen zur aktuellen Lage am Einsatzort zu erhalten.

Seine Praxisaugenblicklichkeit konnte es bei Ereignissen wie dem Oktoberfest 2010 bereits unter Beweis stellen. In der Münchner Verkehrsleitzentrale unterstützte das DLR damit die Einsatzkräfte mit einer aktuellen Verkehrslage aus FCD-Daten von 3000 Taxen und stationären Messdaten sowie einer daraus abgeleiteten Prognose, mit der potentielle Engpässe frühzeitig erkannt und Gegenmaßnahmen getroffen werden konnten.

[6]

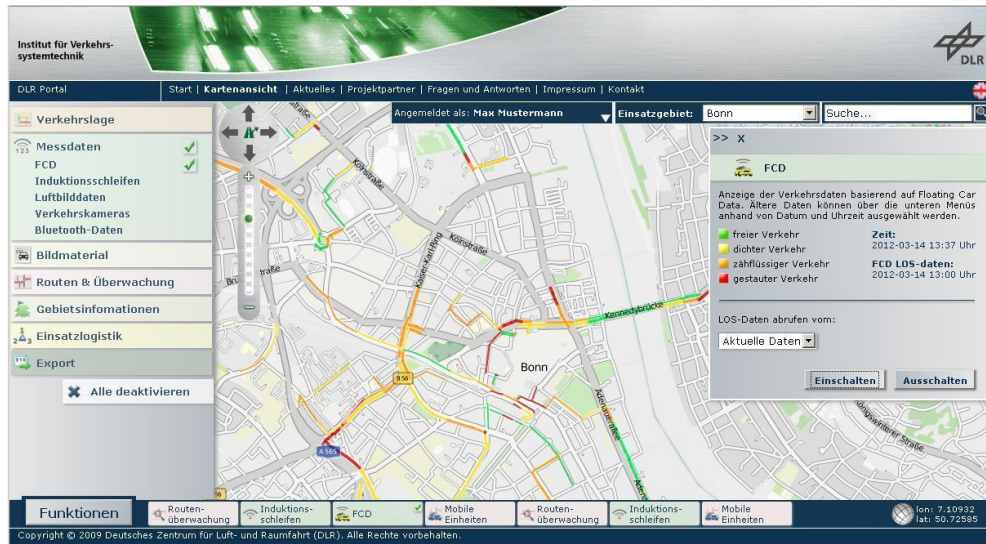


Abbildung 9: EmerT-Portal mit erfasster Verkehrslage in Bonn; [6]

3.5 Angrenzende Systeme

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung [4] unterstützt zahlreiche Projekte, die für das geplante System interessant sind:

Alarm

Alarm ist der Name eines Projektes zur Entwicklung einer unterstützenden Plattform. Sie soll dazu dienen, die Kommunikations-, Informations- und Datenflüsse zwischen Leitstellen, Einsatzkräften vor Ort, Kliniken und beteiligten Hilfs- und Rettungsdienste zu beschleunigen. Die Plattform soll folgende Aufgaben übernehmen: Lückenlose Dokumentation, dynamische Ressourcenverwaltung bis hin zur telemedizinischen Versorgung von Patienten. Weiteres Ziel ist die Entwicklung notfallmedizinischer Qualitätsindikatoren, um die Effekte von verschiedenen medizinischen Maßnahmen mess- und vergleichbar zu machen.

e-Triage

e-Triage ist ein System zur elektronischen Betroffenenenerfassung, zur Koordination von Rettung und Bergung von Personen. Das System besteht aus einem satellitenbasierten Kommunikationssystem mit lokal installierbaren Funkzellen, angepassten Endgeräten mit

Anwendungssoftware für die Betroffenenenerfassung und einem verteilten, sich selbst synchronisierenden Datenbanksystem.

LAGE

Ziel des Projektes LAGE ist es, durch standardisierten Datenaustausch zwischen den am Einsatz beteiligten Kräften ein gemeinsames Verständnis der Ereignisse, Strukturen und Prozesse im Einsatz zu schaffen und so ein gemeinsames integriertes Lagebild zu erzeugen. Damit soll das Handeln koordiniert und Konflikte vermieden werden. Das Projekt dient der Vorbereitung von Standards für den Meldungs austausch.

MANET

Das Projekt MANET hat das Ziel, die Beherrschbarkeit von Katastrophenereignissen mit einer Vielzahl von Verletzten durch autonome vernetzte Sensoren zu erhöhen. Autonome Sensornetze lassen sich gut skalieren und ohne großen Aufwand in unbekannten Umgebungen nutzen. Das Sensornetzwerk soll die anfallenden Informationen aufbereiten und für die Unterstützung der Einsatz- oder Abschnittsleitung verfügbar machen. Durch diese Informationen sollen die Rettungskräfte in die Lage versetzt werden, zielgerichteter Hilfe zu leisten, so dass die Zeit von der Alarmierung bis zum Abtransport und zur Behandlung von Patienten entscheidend verkürzt werden kann.

SECURITY2People

Zielsetzung dieses Projektes ist die Erforschung und Schaffung der Grundlagen eines integrierten IT-basierten Krisenmanagementsystems zur Unterstützung von Einsatz- und Krisenstäben, um die Zusammenarbeit und die Effizienz bei der Bekämpfung von Großschadenslagen zu erhöhen. Als Schwerpunkte in der Entwicklung werden folgende Themen gesetzt: „Rollenorientierte Informationsbereitstellung, Entscheidungsunterstützung über mehrere Ebenen, Integration von Simulation für die Schulung, Übung und Überprüfung von Führungs- und Kommunikationsprozessen und zur Darstellung möglicher Konsequenzen von Entscheidungen und Maßnahmen. Das System soll somit alle Phasen einer Krise unterstützen.“ [4]

4 Technische Grundlagen

4.1 Übertragungswege

Nicht jede Kommunikationstechnologie kann für die Übertragung verwendet werden, wenn private Benutzer in das System eingebunden werden sollen. Geeignet sind Technologien, die verbreitet und allgemein akzeptiert sind, das gilt insbesondere für die üblichen öffentlichen Telekommunikationsnetze mit den Technologien GSM, UMTS und zunehmend auch LTE.

Außerdem lassen sich lokale Netzwerke mit den verbreiteten Technologien Bluetooth oder WLAN erzeugen.

Die höchste Leistungsklasse bei Bluetooth erlaubt laut Spezifikation 100 m bei einer maximalen Sendeleistung von 100 mW. Die Geräte in dieser Klasse müssen über eine automatische Leistungsregelung verfügen und die benötigte Sendeleistung dem tatsächlichen Bedarf anpassen. Bluetooth arbeitet mit einer Frequenz von 2400 Mhz. Es ist ein Funksystem für den Nahbereich. [15]

4.1.1 WLAN Grundlagen IEEE 802.11

IEEE 802.11 sind verschiedene Standards für Funknetzwerke auf Ethernet-Basis und die am weitesten verbreitete Technologie für drahtlose Netzwerke. Seit 1997 gibt es mit diesem Standard eine verbindliche Luftschnittstelle für drahtlose Netzwerke, zuvor waren drahtlose Netze wegen fehlender Standardisierung und geringer Datenübertragungsrate kaum denkbar. IEEE 802.11 definiert die Bitübertragungsschicht des OSI-Schichtenmodells und ist wie die anderen IEEE 802 Netzwerke vollkommen Protokolltransparent. Das heißt, alle auf dem Netzwerk laufenden Protokolle werden übertragen, deshalb lassen sich schnurgebundene Netzwerkverbindungen problemlos gegen drahtlose Netzwerkverbindungen austauschen. [26]

Durch WLAN können weitläufige Netzwerke drahtlos miteinander verbunden werden, in der Regel werden nicht mehr als 30 bis 100 m überbrückt, im Freien sind bis zu 300 m erreichbar.

Tabelle 1: Frequenzbereiche von WLAN und zugeordnete zulässige Sendeleistungen

Frequenzbereich	Zulässige Strahlungsleistung
2400 MHz	100 mW
5150 bis 5350 MHz	200 mW
5470 bis 5725 MHz	1000 mW

Geräte, die Frequenzen von 5150 bis 5350 MHz und 5470 bis 5725 MHz nutzen, müssen eine automatische Leistungsregelung haben. [15]

Wegen der im Vergleich zum 2,4 GHz Band geringeren Nutzung ist es vorteilhaft, die Frequenzbänder im 5 GHz Bereich zu nutzen. Das lässt eine höhere Wahrscheinlichkeit für störungsarmen Betrieb erwarten. Dafür spricht auch, dass es im 5 GHz Bereich 19 nicht überlappende Kanäle gibt. Im 2,4 GHz Bereich gibt es nur 3 kaum überlappende Kanäle. Die höhere Sendeleistung im 5 GHz Band erlaubt bis zu 300 m Reichweite. Nachteilig ist die stärkere Regulierung der Nutzung der 5 GHz Bänder, so ist z.B. der Betrieb im Freien auf einigen Kanälen nicht erlaubt. Ein weiterer Nachteil ist, dass die meisten Geräte in diesen Frequenzbereichen den Ad-hoc- Modus nicht unterstützen. [26]

WLAN IEEE 802.11n Standard

Der WLAN IEEE 802.11n Standard wurde im September 2009 ratifiziert und damit zum offiziellen Standard für drahtlose Netzwerke unter der Bezeichnung "WLAN Enhancements for Higher Throughput". Mit dem Standard wurde die Bandbreite von 20 auf 40 Mhz verdoppelt. Die Übertragungsraten sind abhängig von der Anzahl der Datenströme, pro Datenstrom sind 150 MBit/s brutto zu erreichen. Theoretisch wäre eine Bruttodatenrate von 600 MBit/s zu erreichen, dafür müssten aber 4 räumlich getrennte Datenströme auf derselben Frequenz parallel übertragen werden. Pro Datenstrom ist eine Antenne notwendig, also benötigt man 4 Antennen mit eigenen Sende- und Empfangseinheiten, was sicher nur bei sehr teuren Access Points möglich ist. [26] Dieser Standard setzt auf verschiedene grundlegende Ansätze zur Verbesserung der Übertragung. Dazu zählen z.B.:

- MIMO-Prinzip (Multiple Input Multiple Output; die Nutzung mehrerer Antennen in unterschiedliche Abstrahlrichtungen zur Verbesserung der Sendeeigenschaften)
- Antenna- Diversity (das Signal von der oder den Antennen mit dem besseren Empfang wird genutzt)
- Spatial Multiplexing (die parallele Übertragung mehrerer Datenströme in einem Funkkanal)
- Kanalbündelung (Zusammenfassung verschiedener Kanäle zur Erhöhung der Datenübertragungsrate)
- verbesserte OFDM-Modulation mit maximal 65 MBit/s in einem 20-MHz-Kanal statt 54 MBit/s bei 802.11g
- Transmit Beamforming (Sendestrahlsteuerung, breite Hochfrequenzkanäle von 10-40 Mhz sollen je nach Bedarf möglich sein, WLAN-Geräte prüfen, ob die Kanäle für Datenübertragung frei sind, Bluetoothgeräte können dem WLAN mitteilen, nur einen Kanal zu nutzen, um gleichzeitige Bluetooth-Funkverbindungen zu ermöglichen)
- Packet Aggregation (Zusammenfassen der Datenpakete, um Header-Daten zu sparen) [26]

Ein Blick auf den aktuellen Smartphone-Markt zeigt, dass die Mehrzahl der Geräte diesen Standard zwar unterstützt, aber vor allem Geräte in den unteren Preisklassen für WLAN nur das 2,4 GHz Band nutzen können und damit eine maximale Reichweite von 100 m haben. [26]

4.1.2 Ad-hoc-Netzwerke

Ad-hoc-Netze sind Funknetze, die selbstständig und spontan durch selbst konfigurierende Endgeräte aufgebaut werden können. In solchen Netzwerken agieren alle Teilnehmer als Router, durch die Weiterleitung der Daten können auch weiter entfernte Teilnehmer ohne direkten Funkkontakt miteinander kommunizieren. Man kann sie sowohl als eigenständige Netze oder als Erweiterung bestehender Netze betreiben. Die Besonderheit an diesen Netzen ist, dass alle teilnehmenden Stationen mobil sein können. Sie können sich bewegen, Endgeräte lassen sich zum Netzwerk hinzufügen oder entfernen, die Netzwerktopologie ändert sich also ständig. Wichtig ist, dass die Konfiguration der Geräte automatisch geschieht, vollständige oder teilweise manuelle Konfiguration wäre umständlich und widerspräche der Forderung nach spontaner Vernetzung. [1]

Die Vorteile solcher Netze liegen auf der Hand, sie haben eine gute Lastverteilung und sind sehr leistungsfähig. Besonders wichtig für die Forderung nach Ausfallsicherheit ist die Tatsache, dass bei Ausfall einzelner Geräte die Kommunikationsfähigkeit erhalten bleibt oder durch Redundanz keine Rolle spielt. Die sehr niedrigen Kosten sprechen für diese Lösung.

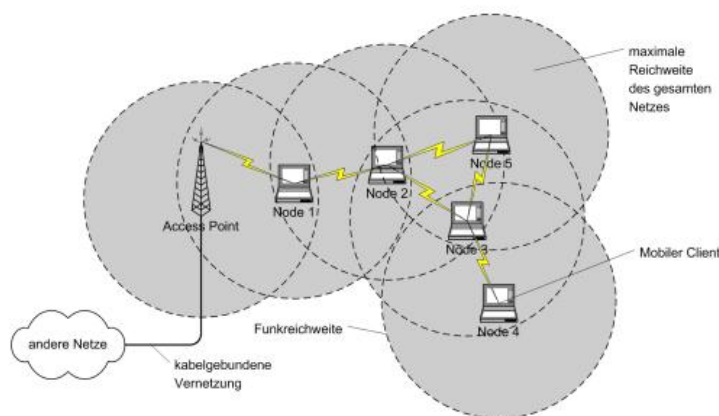


Abbildung 10: Ein als Subnetz konfiguriertes mobiles Ad-hoc-Netzwerk mit 5 mobilen Knoten; [1]

Routing

Als besondere Herausforderung solcher Netze erweisen sich Routingprotokolle, mit deren Hilfe Pfade vom Quell- zum Zielknoten bestimmt werden. Nicht adaptive Verfahren auf Basis fester Routingtabellen, wie sie in festen Netzwerktopologien zum Einsatz kommen können, sind hier nicht verwendbar. Für die Bewältigung dieser Aufgabe gibt es zahlreiche Lösungsansätze, aber bisher keine Standards. Es werden proaktive, reaktive,

hybride und positionsbasierte Verfahren unterschieden. Proaktive Verfahren bestimmen den Pfad, bevor die Nutzdaten benötigt werden und erstellen Routingtabellen für das gesamte Netzwerk. Dazu sind große Anzahlen von Kontrolldatenpaketen notwendig, daraus resultiert hoher Datenverkehr und hoher Energieverbrauch, da die Geräte oft als Router aktiv werden und viele Pfade ermitteln, die später nicht benötigt werden. [1]

Reaktive Verfahren bestimmen die benötigten Pfade nur bei Bedarf. Die Kontrolldatenpakete werden verschickt, um die Routen zu bestimmen. Das bedeutet, dass Nutzdatenpakete immer mit einem Zeitversatz verschickt werden.

Hybride Verfahren versuchen proaktive und reaktive Verfahren möglichst vorteilhaft zu verbinden. Ein Ansatz besteht z.B. darin, die Anzahl der Kontrollpakete und die benötigte Zeit zu verringern, indem in kleineren Bereichen proaktiv und in entfernteren Bereichen reaktiv ermittelt wird. Auf diese Weise können in kleineren Bereichen sofort Nutzdatenpakete verschickt und das Routing in weiter entfernten Bereichen durch Routingtabellen der kleineren Bereiche unterstützt werden.

Positionsbasierte Routingverfahren nutzen Positionsdaten, die z.B. über den GPS-Empfänger empfangen wurden, um mit Hilfe dieser Daten den kürzesten Pfad zwischen Quell- und Zielknoten zu bestimmen. [1]

Service lokalisierung

In nicht spontanen Netzen werden bestimmte Services, wie der Zugriff auf Datenbanken oder die Bereitstellung von Informationsdiensten, von festen Servern zur Verfügung gestellt. Sie sind durch ihre DNS-Namen identifizierbar. Für spontane Netze, bei denen man von ständigen Topologie- und IP-Adressänderungen ausgehen muss, ist das Auffinden von Netzteilnehmern, die bestimmte Services anbieten, in der Regel weitaus schwieriger. Eine Möglichkeit für die Service-Vermittlung ist der Einsatz des Service Location Protocols (SLP). Hier suchen User-Agents Anwendungen über Multicastanfragen nach Service-Agents, die die gewünschten Informationen liefern können. SLP ist je nach Netzgröße skalierbar. In kleineren Netzen empfiehlt es sich, User-Agents direkt nach diensteanbietenden Teilnehmern suchen zu lassen. Besonders für größere Netze empfiehlt sich der Einsatz von Directory-Agents, sie können die Arbeit mehrerer Service-Agents verwalten und steuern. [1]

4.1.3 Satellitenkommunikation

Darunter wird die bidirektionale Telekommunikation über einen Satelliten zwischen zwei Bodenstationen verstanden, dafür sind spezielle Sende- und Empfangsantennen nötig. Satellitenanlagen sind heute nahezu mobil und werden VSAT genannt (Very Small Aperture Terminals), der Antennendurchmesser beträgt ab ca. 75 cm. Besonders vorteilhaft ist, dass sie von nahezu jedem Punkt der Erde relativ schnellen Internetzugang

ermöglichen, die Übertragungsbandbreite kann mehrere MBit/s betragen. Die Möglichkeiten und Grenzen der Kommunikation hängen wesentlich vom verwendeten Satellitenkommunikationsnetzwerk (Iridium, Orbcomm, Globalstar, Inmarsat) ab. Die Unterschiede betreffen vor allem die Kosten, die Datenraten für Upload und Download bis hin zur Begrenzung von Traffic, die Netzabdeckung und den benötigten Höhenwinkel, um eine unterbrechungsfreie Kommunikation sicherzustellen.

SatLink-BOS

Für die Bedürfnisse von Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) wurde für den Fall nicht verfügbarer öffentlicher Telekommunikationsnetze ein System zur Satellitenkommunikation entwickelt, das viele der damit zusammenhängenden Herausforderungen berücksichtigt. Neben der Telefonie und Datenübertragung zwischen Einsatzkräften und Leitstellen ermöglicht es typische Anwendungen wie Bild- und Videoübertragung von den Einsatzstellen, die Abfrage von Datenbanken, den Zugriff auf das Internet, die Anbindung weiterer Clients und mehr. Die Datenrate für die bidirektionale Kommunikation wird mit Bandbreiten von bis zu 1 MBit/s Upload und bis 2 MBit/s Download gewährleistet.

Zwangstrennung oder Reduzierung der Bandbreite bei großem Datenverkehr wird ausgeschlossen. Die Zeitspanne bis zur Inbetriebnahme für den mobilen Einsatz muss besonders klein sein, sofort nach der Antennenausrichtung und dem Stromanschluss ist der Kommunikationsweg verfügbar. Eine Administration der Zugangsdaten ist nicht notwendig. Die Ausrichtung der Antennen kann durch Systeme für das Fahrzeugdach automatisch erfolgen.

Interessant ist weiterhin die Möglichkeit einer Mischform der Übertragungswege. Neben der reinen satellitengestützten Kommunikation (schwarzer oder rote Weg), kann mit einer mobilen Einheit über die Bodenstation ein Internetzugang (blauer Weg) ermöglicht werden. [10]

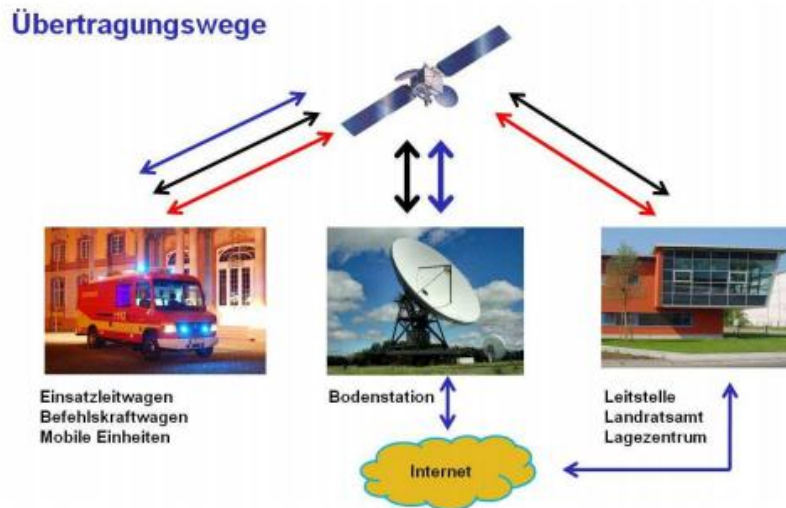


Abbildung 11. Darstellung der möglichen Übertragungswege; [10]

VPN-Router

Für Datensicherheit, Kompression und Beschleunigung der Daten werden von verschiedenen Anbietern VPN-Router angeboten. Diese haben eine tragende Rolle im System. Für die Beschleunigung der Daten muss in das TCP-Protokoll eingegriffen werden, weil ab einer bestimmten versendeten Datenmenge eine Rückantwort über die erfolgreiche Ankunft der Pakete erwartet wird, bevor weitere Pakete versendet werden. Durch die langen Kommunikationswege bei der Satellitenkommunikation würde das Warten auf die Rückantwort eine erhebliche Verzögerung verursachen. Hersteller versprechen, durch „geschickte Eingriffe in das TCP-Protokoll“ die Daten erheblich schneller versenden zu können, ohne dabei Paketverluste zu riskieren. [8]

Eine starke Kompression der Daten sorgt dafür, dass sie auf bis zu 1/10 ihrer ursprünglichen Größe verkleinert werden. Dieser Faktor ist stark abhängig vom Kompressionsverfahren und der Datenart. Wesentliche Funktion des Virtual Private Networks(VPN) ist die Herstellung einer abhörsicheren und manipulationssicheren Verbindung zwischen mindestens 2 VPN- Routern, die nötige Verschlüsselung wird mit einem der üblichen Verfahren wie z.B. Advanced Encryption Standard (AES) gewährleistet. Die VPN-Router dienen im System dazu, einen optimierten und sicheren Datenstrom bereitzustellen. Durch Kompression und Eingriffe in das TCP-Protokoll lassen sich Datenübertragungsraten realisieren, die über der nominellen Bandbreite liegen. Ein Hersteller spricht davon, dass unter günstigen Bedingungen die Transfargeschwindigkeit um den Faktor 20 beschleunigt werden kann. [8]

4.2 Leitsystem

4.2.1 Schwarmexperiment

2007 wurde in Köln vom Biologen Jens Krause für die WDR-Wissenschaftssendung Quarks & Co das weltweit größte Schwarmexperiment [23] durchgeführt. Das Experiment zeigt, wie viele informierte Menschen nötig sind, um eine große Menschenmenge wirkungsvoll zu leiten. Die Ergebnisse sind für das zu entwickelnde System von Bedeutung, da es darauf ausgerichtet ist, nur einen Teil der Besucher bzw. der zu Evakuierenden mit Informationen zu versorgen (siehe Kapitel 6.4.1).

Beim Experiment gab es verschiedene Testläufe, die zeigen sollten, ob sich Beobachtungen der Bewegung von Fischeschwärmen auf einen menschlichen Schwarm übertragen lassen. Die allgemeinen Regeln für den Schwarm waren einfach. Alle Teilnehmer mussten ständig in Bewegung bleiben und etwa eine Armlänge Abstand zu ihren Nachbarn halten. Somit blieb der Schwarm zusammen und bewegte sich als Ganzes im Raum. Absichten und Ziele der Experimente wurden den Teilnehmern nicht mitgeteilt, um das Ergebnis nicht zu beeinflussen. Verbale und nonverbale Kommunikation während der Testläufe war untersagt, damit die Testpersonen sich nicht auf eine Richtung einigen konnten.

In einigen Testläufen sollte ermittelt werden, wie viele Personen mit Wissen ausgestattet werden müssen, um den gesamten Schwarm zu einem bestimmten Ziel zu führen.

Zunächst wurden nur 5 von 200 Personen mit Wissen versorgt. Im Raum waren verschiedene Ziele durch Zahlen markiert. Das Wissen bestand aus der Kenntnis der Zahl, die angesteuert werden sollte.

Die informierten Testpersonen hatten nicht den Anspruch, den Schwarm zu führen. Sie wussten auch nicht, ob andere Personen dasselbe Wissen bekommen haben. Sie wollten nur ihr eigenes Ziel erreichen. Als Ergebnis zeigte sich, 5 Personen bzw. 2,5% des Schwarms reichen nicht aus, um den Schwarm zu leiten. Die Informierten trafen sich ohne Schwarm am Ziel und kehrten schließlich zu ihm zurück. Ein weiterer Versuch mit 10 informierten Menschen zeigte dann den Erfolg. Der gesamte Schwarm wurde zum Ziel geleitet. Das ist genau die Menge, die auch die Computersimulation vorhergesagt hatte. [23]

Was passiert, wenn im Schwarm unterschiedliche Zielvorstellungen existieren?

Um das herauszufinden, wurden im Schwarmexperiment 2 Untergruppen von 20 und 10 informierten Teilnehmern gebildet. Die Erwartung: Der gesamte Schwarm wird der größeren informierten Gruppe folgen, einschließlich der Untergruppe, die eigentlich ein anderes Ziel hat. Für den Fischeschwarm würde das ein demokratisches Prinzip bedeuten. Es sollte aussichtsreicher sein, der Mehrheit zu folgen, weil die Wahrscheinlichkeit, dass

die größere Gruppe sich irrt, geringer ist. Aber die Ergebnisse im Testlauf zeigten ein anderes Ergebnis, alle Schwärmer strömten zwischen beiden Zielen hin und her. Die Biologen erklären das mit dem biologischen Nutzen: Wenn für einen Schwarm zwei verschiedene Ziele nahe genug beieinander liegen, werden beide ausprobiert und erst dann entschieden, welches das Bessere ist. [23]

4.2.2 Grundsätze der Konzeption und Gestaltung für Fußgängerleitsysteme

Wesentliche Grundsätze für die Konzeption und Gestaltung konventioneller Fußgängerleitsystemen werden dargestellt, da sie für ein mobiles Leitsystem anwendbar sind (siehe 6.4.2). Zur Ausgestaltung eines solchen Systems ist es zunächst wichtig, sich über die Aufgaben des Systems, die anzusprechenden Zielgruppen und die benötigten Systemkomponenten Gedanken zu machen. In einem weiteren Schritt muss man sich über auszuweisende Ziele, den Planungsraum, die Wegweisungsachsen und die Gestaltung der Systemkomponenten Gedanken machen.

Für alle Konzeptionsschritte gilt es folgenden Leitsatz zu beachten:

„Ein hochwertiges Fußgängerleitsystem muss konzeptionellen und funktionalen Anforderungen, ebenso wie gestalterischen Ansprüchen und Kriterien der Barrierefreiheit genügen.“ [2]

<ul style="list-style-type: none"> • Eindeutigkeit <ul style="list-style-type: none"> - Zielbezeichnung - Piktogramme - Richtungsweisung 	<ul style="list-style-type: none"> • Einheitlichkeit <ul style="list-style-type: none"> - Gestaltung der Systemkomponenten - Zielbezeichnung
<ul style="list-style-type: none"> • Distanzen und Barrieren <ul style="list-style-type: none"> - Distanzangaben - Alternativrouten 	<ul style="list-style-type: none"> • Wahrnehmbarkeit <ul style="list-style-type: none"> - Gestaltung
<ul style="list-style-type: none"> • Informationskette <ul style="list-style-type: none"> - Ziel- und Rückführung - Kontinuität - Zielbestätigung 	<ul style="list-style-type: none"> • Lesbarkeit <ul style="list-style-type: none"> - Schrift und Kontrast

Abbildung 12: Grundsätze der Konzeption und Gestaltung für Fußgängerleitsysteme; [2]
Eine detaillierte Beschreibung der Grundsätze befindet sich im Anhang.

4.3 Simulation von Evakuierungen

Grundlagen zur Berechnung von Evakuierungszeiten

Die Leitstelle soll geeignete Evakuierungswege für die Teilnehmer berechnen können. Bei der Suche nach dem optimalen Evakuierungsweg spielt die Evakuierungszeit eine wichtige Rolle. Entsprechend der technischen Möglichkeiten der vergangenen Jahrzehnte gibt es 2 verschiedene Strategien zum Berechnen der minimalen Evakuierungszeit - Handrechenverfahren und Computersimulationen. Die Handrechenverfahren werden seit etwas mehr als 10 Jahren von Computersimulationen verdrängt. Vorteile der Computersimulationen sind insbesondere die Flexibilität und Geschwindigkeit. So lassen

sich beispielsweise automatisch generiert oder mit wenigen Mausklicks einzelne Ausgänge hinzufügen, entfernen oder verschieben. Beim Handrechnen muss dafür in der Regel komplett neu gerechnet werden. [3]

Das einfachste Handrechnungsverfahren für Evakuierungszeiten soll hier kurz vorgestellt werden. Zunächst wird die Zeit berechnet, welche die Personen zum Durchqueren des Gebietes bis zum Ausgang benötigen. Dafür kann für Fußgänger laut [3] eine Durchschnittsgeschwindigkeit von z.B. 1.35 m/s angenommen werden. Es wird die Personenzahl ermittelt, die einen Ausgang benutzen wird und der spezifische Fluss, den der Ausgang erlaubt (z.B. eine Tür mit 1,3 Personen/s) bestimmt. Unter Berücksichtigung der Anzahl der am Ausgang ankommenden Personen und des spezifischen Personenflusses des Ausgangs kann festgestellt werden, ob am Ausgang ein Stau entsteht und wie lange dessen Auslösung benötigt. Die untere Schranke der Evakuierungszeit kann somit durch Aufsummieren berechnet werden. [3]

Computersimulationsprogramme mit mikroskopischem oder makroskopischem Ansatz

Es gibt eine Reihe von Simulationsprogrammen, die eine Evakuierungszeitprognose ermöglichen. Sie lassen sich in Programme mit makro- oder mikroskopischem Ansatz einteilen. Die mikroskopische Sichtweise stellt jeden einzelnen Verkehrsteilnehmer und seine wesentlichen Eigenschaften und Verhaltensweisen dar. Die wesentlichen Eigenschaften der Verkehrsnetzwerke werden als Modell dargestellt. Die Teilnehmer interagieren während der Simulation vor allem mit ihrem unmittelbaren Umfeld. Aufgrund der hohen Detailtreue lassen sich realistische Prognosen z.B. über auftretende Staus ermitteln. Für eine grobe Abschätzung der Evakuierungszeiten ist der benötigte Aufwand wahrscheinlich zu groß, wenn man davon ausgeht, dass eventuell mehr als 100.000 Menschen detailliert simuliert werden müssen. Die makroskopische Sichtweise verzichtet auf die Darstellung von Verhaltensweisen einzelner Individuen und ihrer Interaktionen. Sie betrachtet die Personenströme als Ganzes, die dafür gedanklich verflüssigt werden. Das Modell einer strömenden Flüssigkeit ist besonders geeignet, um den Unterschied zwischen makroskopischer und mikroskopischer Sichtweise zu verdeutlichen. Die mikroskopische Sichtweise würde das genaue Verhalten jedes einzelnen Wassermoleküls simulieren, während die makroskopische Sichtweise nur den gesamten Fluss und seine wesentlichen Parameter wie Fließgeschwindigkeit und Fließrichtung betrachten würde. [3] Der Umfang der zu bearbeitenden Daten wird wesentlich reduziert, indem man auf Details verzichtet, welche die Betrachtung jedes einzelnen Teilnehmers mit sich bringen würde. Dadurch verringert sich die Rechenzeit. Gearbeitet wird bei makroskopischen Simulationen mit Netzwerkflussalgorithmen, die Gebiete werden hierfür in Quellen (gefährdete Gebiete) und Senken (sichere Gebiete) unterteilt, welche mit gerichteten

Graphen (mögliche Wege) verbunden werden. Das Minimum-Cost-Problem ist die Frage nach einem Pfad mit möglichst geringen Kosten. Kosten können z.B. die benötigte Evakuierungszeit über die entsprechenden Wege sein, die es zu minimieren gilt.

Raumkontinuierliche Modelle /Zelluläre Automaten

Programme, die den mikroskopischen Ansatz benutzen, werden weiterhin unterteilt in raumkontinuierliche Modelle und zelluläre Automaten. Bei raumkontinuierlichen Modellen sind die Personen eher realitätsnah, sie können verschiedene Maße annehmen und können sich frei im Raum bewegen. Bei zellularen Automaten sind sie auf die Größe der Zelle beschränkt und können sich nur von Zelle zu Zelle bewegen. [3]

Modellgrundlagen

Wesentlicher Unterschied der einzelnen Simulationsprogramme sind die zugrunde liegenden Modelle. Das Modell ist hierbei ein auf wesentliche Eigenschaften beschränktes Abbild der Wirklichkeit. Dafür werden wesentliche Daten der zu simulierenden Teilnehmer experimentell erfasst und in vom Computer nutzbare Algorithmen und Gleichungen überführt. Dazu zählen z.B. [16]:

- die Berechnung von Bewegungen durch Bewegungsgleichungen
- Wahrscheinlichkeitsalgorithmen für Ausweichvorgänge
- verschiedene Geschwindigkeiten für verschiedene Wege (z.B. Treppe oder Ebene)
- Gleichungen für die Zusammenhänge zwischen Geschwindigkeit und Dichte.

Benötigt werden neben Informationen zum Gelände (Geländemodell) Informationen zu den Besuchern (Fußgängermodell). In [3] werden verschiedene Simulationsprogramme miteinander verglichen. Die Eingabeparameter dieser Programme, die Personen und Gelände betreffen, sind im Anhang dargestellt. Die Kenntnis, dieser Daten, ist für den Systementwurf von Bedeutung, weil sie bei der Konzeption der Datenerfassung berücksichtigt werden müssen. Da verschiedene Simulationsprogramme unterschiedliche Modelle enthalten, kann man davon ausgehen, dass auch die Ergebnisse voneinander abweichen. Wie erheblich diese Differenzen sein können, macht Rogsch [16] deutlich. Verschiedene kommerziell erhältliche Simulationsprogramme wurden anhand identischer Evakuierungsszenarien getestet. Beim Vergleich der Ergebnisse zeigten sich erhebliche Abweichungen, die so groß waren, dass von Zufallseffekten nicht mehr gesprochen werden kann. „Die Ergebnisse der Programme untereinander unterscheiden sich zum Teil um 100 %, bei einer reinen Linienbewegung um sogar 300 %.“ [3]

4.4 Datenerfassung mit mobilen Endgeräten

Ein Ziel ist es, im geplanten System die Erfassung relevanter Daten zu ermöglichen. Im System Repka ist die Dateneingabe durch den User das Mittel der Wahl, um die Anzahl der Personen, die in dieser Gruppe mitlaufen, zu erfassen. [21]

4.4.1 Notruf

Es erscheint wichtig, das Absetzen eines Notrufes im System unabhängig von öffentlichen Netzen zu ermöglichen. Auch diese Eingabe durch den Benutzer liefert wertvolle Informationen für die Einsatzkräfte.

Grundsätzlich sollte eine Notrufabfrage von der Gesprächsannahme bis zur Alarmierung nicht länger als 80 Sekunden dauern.

Es wird empfohlen sich an die 5 W-Fragen zu halten:

Wo ist etwas passiert?

Was ist passiert?

Wie viele Verletzte?

Wer meldet den Notfall?

Warten auf mögliche Rückfragen

Ein Beispiel für eine qualifizierte Notrufabfrage zeigt das Dokument [24]. Auszüge sind im Anhang zu finden.

4.4.2 Datenerfassung durch eine Applikation

Es gibt bereits Applikationen, die es erlauben eigene Positionen und Routen zu verfolgen. Die Anwendung „Open GPS Tracker“ hat für das zu konzipierende System einige Vorteile. Als Open Source steht sie unter der GNU General Public License v3, sie darf also kostenlos verwendet und der Code selbst weiterentwickelt werden. Sie erlaubt die Weiterverbreitung der Daten in den Formaten GPX und KML und ermöglicht es, die Routen in Echtzeit auf Google oder OSM-Karten zu zeichnen.

Weiterhin erlaubt es das Programm, die Routen in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit in verschiedenen Farben auf die Karte zu zeichnen. Die Applikation ermöglicht die Aufzeichnung von GPS Daten im Offlinebetrieb (ohne Datenkommunikation). [16]

Eine Liste von Positionen und dazugehörigen Zeitstempeln genügt bereits, um Informationen wie Geschwindigkeit, Richtung und Routen daraus zu gewinnen. Sie können mit Open GPS Tracker gewonnen und beispielweise mit Hilfe einer Datei im GPX-Format exportiert werden.

Das GPS Exchange Format (GPX) ist ein Datenformat zur Speicherung von Geodaten. Es basiert auf dem allgemeinen üblichen XML-Schema und wird von vielen Geräten und deren Anwendungen verstanden. [16]



Abbildung 13: Handyscreenshots von Open GPS Tracker; [17]

4.5 Personendichte

Die Personendichte wird zur Schätzung von Personenzahlen, die sich auf dem Veranstaltungsgelände befindet, verwendet. Hierzu wird in einem definierten Bereich die Personenzahl ermittelt und auf die gesamte Veranstaltungsfläche hochgerechnet. Die Personendichte ist wichtiger Aspekt bei der Einschätzung, wie kritisch eine Veranstaltung einzustufen ist. Aus der Muster-Versammlungsstättenverordnung geht als Grundlage für Evakuierungsberechnungen eine Dichte von 2 Personen pro Quadratmeter hervor. Eine weitere gesetzliche Regelung zur Personendichte findet sich in der Straßenverkehrs-Ordnung:

„Laut Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) sind acht Stehplätze/ m^2 in Bussen erlaubt. Dabei wird die Personendichte von 8 Personen/ m^2 politisch noch als sicher eingestuft ist wissenschaftlich jedoch nicht vertretbar.“[20]

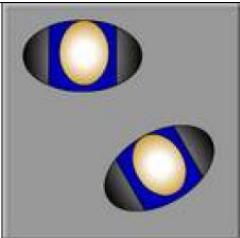
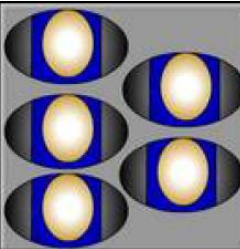
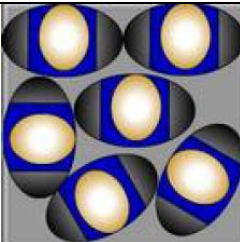
Maximal beobachtete Dichten auf Veranstaltungsgeländen bewegen sich zwischen 5 und 6 Personen/ m^2 , zur Erfassung werden Bereiche mit bekannten Abmessungen definiert und die Personen darin gezählt:



Abbildung 14: Darstellung von Personendichten; Links 5 Personen/m², Rechts 4 Personen/m²; [20]

Um Rückschlüsse auf die Gefährdung von Menschen bei unterschiedlichen Dichten zu ziehen, wurden die Bewegungsmöglichkeiten bei verschiedenen Personendichten untersucht.

Tabelle 2: Gefährdung und Möglichkeiten bei verschiedenen Personendichten[20]

Personendichte	Gefährdung und Möglichkeiten
	Bei einer Personendichte von 2 Personen/m ² sind Menschen völlig entkoppelt, sie können sich frei bewegen und Stürze bleiben für benachbarte Personen meist folgenlos.
	Bei einer Personendichte von 5 Personen/m ² bleibt noch ausreichend Raum, um sich - wenn auch eingeschränkt - zu bewegen. Auftretende Kräfte können durch Ausfallschritt oder Entgegenstemmen noch aufgenommen werden.
	Bei einer Personendichte von 6 Personen/m ² kann ein einzelner sich in der Gruppe noch bewegen und mit einer Schiefelage Kräfte auf den Nachbarn ausüben. Allerdings wird mit zunehmender Dichte ein Auspendeln der Kräfte unmöglich, weil fast kein Bewegungsspielraum zwischen den Menschen bleibt. Wenn eine Person strauchelt, werden sich die Kräfte der einzelnen Personen, die ebenfalls straucheln, aufaddieren und an die nächste Fläche weitergeben.

„Die kritische Dichte für einen sich dynamisch entwickelnden Kompressionsprozess liegt bei etwa 6 Personen/m². Eine durch äußere Personendrucke erzwungene Personendichte von 6,2 Personen / m² wurde z.B. während der Loveparade in Dortmund im Bahnhof gemessen.“ [20]

Das Fundamentaldiagramm

Es gibt Fundamentaldiagramme, die die Abhängigkeit der Bewegungsgeschwindigkeit bzw. des Personenflusses von der Personendichte beschreiben. Im Folgenden wurde es für unterschiedliche Gruppengrößen erstellt. Außerdem wurden reale Messwerte mit durch Simulationen ermittelten Werten verglichen. ([20]

Es zeigt sich: Kleine Gruppen bewegen sich bei geringer Dichten schneller als große. Je höher die Personendichte wird, desto weniger frei können sie sich bewegen und desto mehr nähern sich die Werte für alle Gruppengrößen an, d.h. desto langsamer bewegt sich der gesamte Menschenstrom.

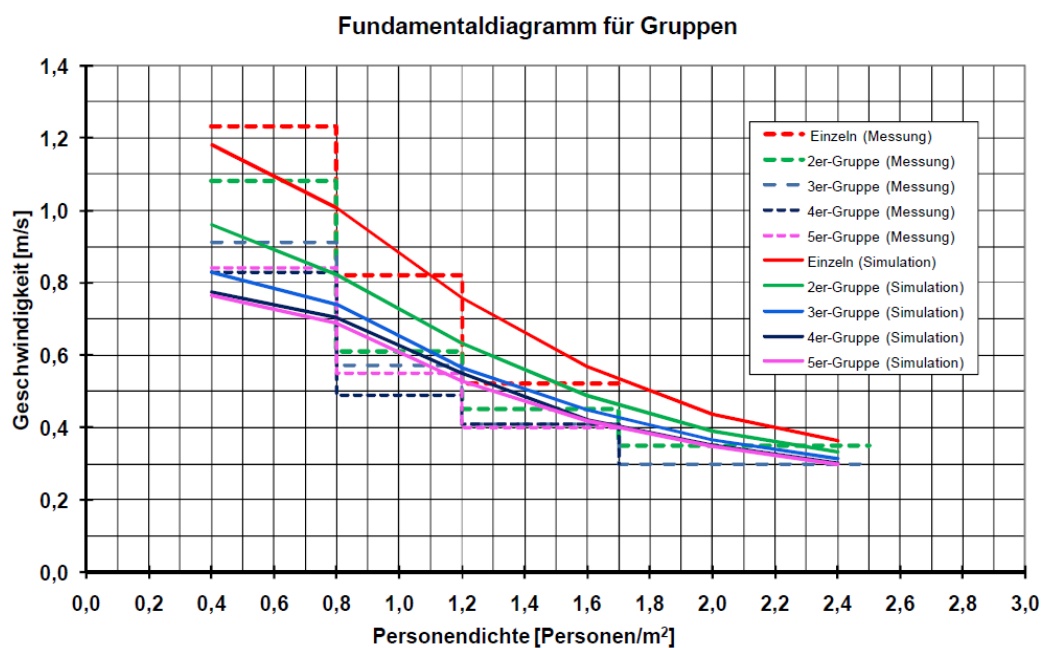


Abbildung 15: Fundamentaldiagramm für Gruppen; [20]

5 Anforderungen an ein System zur Evakuierung von Menschen

5.1 Anforderungen aus der Literatur

Ein System, das die Evakuierung von Menschen unterstützt, muss auf den Ausfall von Infrastruktur vorbereitet sein. Besondere Bedeutung für das geplante System haben Stromausfälle, Straßensperrungen, und der Ausfall bzw. Überlastung von Telekommunikationsnetzen. [4]

Eine weitere, wichtige Forderung an ein solches System ist die Unterstützung von Kommunikation zwischen den Beteiligten. „In Krisen- und Katastrophensituationen sind Maßnahmen zum Schutz und zur Rettung von Menschen nicht allein technisch oder organisatorisch zu bewältigen. Sie müssen auch durch adäquate Kommunikationsprozesse vorbereitet, initiiert, koordiniert, begleitet und nachträglich verarbeitet werden. Kommunikation wird deshalb heute allgemein als ein sicherheitsrelevanter Faktor in Katastrophenlagen betrachtet.“ [4]

Besonderen Stellenwert sollten in zukünftigen Systemen die Unterstützung der verschiedenen Einsatzkräfte mit Hilfe von IT und die effektive Integration von Datenaustausch und Kommunikation haben.

„Die Anfangsphase einer Katastrophe ist häufig durch eine Informationsflut geprägt, bei der Führungskräfte zunächst die wesentlichen Informationen erkennen müssen und allen Fach- und Entscheidungsträgern schnell zur Verfügung stellen. Dies geschieht heute weitgehend manuell, mit Hilfe von Telefon, Fax und E-Mail. Ziel ist hierbei, mit semantischen Technologien die Klassifizierung und Verteilung der Nachrichten zu beschleunigen und durch Stressreduktion die Fehleranfälligkeit zu reduzieren.“ [4]

Auch die Datenerfassung und deren übergreifende Nutzung sind wichtige Themen innerhalb verschiedener Forschungsprojekte, besonders deutlich wird das in den Projekten Alarm und MAGNET.

Was ein Evakuierungssystem leisten sollte, hat Prof. Dr. Horst W. Hamacher [5] von der TU Kaiserslautern zusammengefasst: Ein Evakuierungssystem benötigt sinnvolle Vorhersagen, für sie werden gut erhobene Daten, sinnvolle Szenarien und gute mathematische Modelle benötigt. Sie sind als Planungswerkzeug Teil einer benutzerfreundlichen Software, werden mit Praktikern abgestimmt, evaluiert und in Zusammenarbeit mit allen Beteiligten iterativ verbessert. [5]

5.2 Vergleich von Hermes und Repka und Folgerungen

Aus den Evakuierungssystemen Hermes und Repka lassen sich Ansätze für das zu entwickelnde System ableiten. Sie zeigen, dass ein Evakuierungssystem, welches Leitsystem, Simulation, und Datengewinnung miteinander kombiniert, eine wertvolle Unterstützung der Sicherheitskräfte in herausfordernden Situationen sein kann. Im

Unterschied zum System Hermes, das auf die Information der Sicherheitskräfte und auf die Unterstützung der Kommunikation mit Bereichsleitern und Ordnern setzt, steht im System Repka die direkte Kommunikation mit einzelnen Besuchern, im Vordergrund. Datengewinnung für die Simulation spielt in beiden Systemen eine wichtige Rolle. Während Repka hauptsächlich mit im Vorfeld gewonnenen Daten simuliert, werden bei Hermes mit aufwendiger Technik aktuelle Personenzahlen in verschiedenen Bereichen erfasst, die permanent in die Simulation einfließen. Die Datengewinnung und Simulation erweisen sich als anspruchsvolle Aufgaben mit hohen Qualitätsanforderungen. Insbesondere die Erfassung von Personenzahlen bzw. Personendichten erweist sich als aufwendig. Um vorhersagen zu können, an welchen Orten kritische Personendichten auftreten könnten und sichere Evakuierungswege anzuzeigen, benötigen die Simulationen umfangreiches Datenmaterial. Die Simulationsergebnisse sind in der Regel nur für ein bestimmtes Szenario gültig. Ein weiterer Unterschied zwischen beiden Projekten ist die Berücksichtigung von psychologischen Aspekten. Ein Teil des Projektes Repka sind Studien zur Akzeptanz der Technologie und zur Angst- und Panikforschung. Die psychologischen Aspekte sind auch für das zu konzipierende System besonders wichtig, weil es – genau wie Repka - darauf aufbaut, nur einen Teil der Besucher zu informieren und mit einem Fußgängerleitsystem zu steuern.

5.3 Interview

Das Experteninterview dient dazu, Einblicke in die Arbeitsweise eines Einsatzstabes während einer Großveranstaltung mit den zur Verfügung stehenden technischen Mitteln zu erhalten. Das Interview wurde im Rahmen der Bachelorarbeit am 01.09.2012 von 14:15 - 15:15 Uhr beim Brandenburg-Tag 2012 in Lübbenau im Umfeld der technischen Einsatzleitung durchgeführt. Sie ist für die Koordination der Feuer- und Rettungsdienstlichen Kräfte zuständig. In diesem Zusammenhang wurde das zu konzipierende System den Verantwortlichen vorgestellt und erfragt, welche Vorteile es aus Expertensicht bieten könnte und ob sie Erweiterungs- und Verbesserungsmöglichkeiten erkennen. Die Besichtigung des Lagezentrums, welches für die Gesamteinsatzleitung zuständig ist, zeigte die Zusammenarbeit der verschiedenen Einsatzkräfte und des Veranstalters mit Unterstützung eines gemeinsamen Computersystems.

Befragt wurden:

- Stellvertretender Stadtbrandmeister Lübbenau
- Kreisbrandmeister Landkreis Oberspreewald-Lausitz
- Verantwortlicher für Kommunikation, Sachbearbeiter Landratsamt Rettungsdienst und Katastrophenschutz, lizenzierter Funkamateurl und Kreisausbilder Funk.

Die Fragen und Antworten des Interviews sind zusammengefasst im Anhang nachzulesen.

Zusammenfassung wichtiger Aussagen des Experteninterviews

Um zu erkennen, wie das zu konzipierende System in bestehende Strukturen eingeordnet werden kann, wurde nachgefragt, wie die Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen den verschiedenen Einsatzkräften organisiert ist. Für Großveranstaltungen existiert ein gemeinsames Sicherheitskonzept und es gibt Vorschriften, wie viele Rettungskräfte bei welchen Besucherzahlen einzusetzen sind. Eine besondere Rolle bei der Absicherung von Großveranstaltungen übernimmt die gemeinsame Stabstelle (Lagezentrum) mit Vertretern der zuständigen Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben. Sie koordiniert die Zusammenarbeit der einzelnen Kräfte, und wird bei katastrophalen Ereignissen zum Krisenstab erweitert. Die Stabstelle beim Brandenburger Tag verwendete ein gemeinsames Computersystem, welches die aktuellen Lageinformationen allen Beteiligten zur Verfügung stellt. Daten zum Einsatzgebiet und zur voraussichtlichen Besucherstruktur und -zahl werden im Vorfeld erhoben oder aus Erfahrungswerten abgeleitet. Während der Veranstaltung werden Informationen und Notrufe meist telefonisch oder direkt durch im Gebiet befindliche Kräfte entgegen genommen. Innovative Konzepte (z.B. Nachrichtenverbreitung über Twitter) werden bisher nicht eingesetzt. Bei einer eventuell notwendigen Räumung würde die Bevölkerung über Lautsprecherdurchsagen von Bühnen und Einsatzwagen informiert und dazu aufgefordert, über vorher festgelegte Entlastungsflächen das Gefahrengebiet zu verlassen. Als wichtige Daten nannten die Einsatzkräfte die Anzahl der zu erwartenden Besucher, mit welchen Verkehrsmitteln sie anreisen, wo sie sich aufhalten und wie viele bewegungseingeschränkte Personen sich wo befinden.

Alle Befragten hoben die Bedeutung einer ausfallsicheren Kommunikation und des Zeitfaktors besonders hervor. Als Ideen der Experten wurden im Interview eine gemeinsame Gruppenruffunktion aller Einsatzkräfte, die computergestützte Lokalisierung der Einsatzkräfte und eine Lokalisierungsfunktion von Rollstuhlfahrern oder gestürzten Personen genannt. Das vorgestellte System wurde insgesamt kritisch hinterfragt, aber abschließend als hilfreiche Ergänzung zu den bestehenden Mitteln eingeschätzt.

5.4 Zusammenfassung der Zielvorgaben

Ausgehend von den Anforderungen, die sich aus Literaturstudium und Experteninterview ergeben, lassen sich folgende Ziele für das zu entwerfende System ableiten:

Musskriterien:

- Alle Bestandteile des Kommunikationssystems müssen gegen Stromausfälle und Ausfälle des Telekommunikationsnetzes abgesichert sein.

- Die Kommunikation zwischen allen Teilnehmern, einschließlich der Besucher oder zu Evakuierenden ist zu gewährleisten.
- Die Software für die zivilen Benutzer muss besonders benutzerfreundlich sein, um die effiziente Eingabe von Daten und das Verständnis der Leitinformationen auch in Stresssituationen sicher zu gewährleisten.
- Die Datensicherheit zwischen den Kommunikationsterminals und dem Leitsystem ist zu gewährleisten.
- Es muss in der Lage sein, die Bevölkerung unmittelbar nach einem katastrophalen Ereignis mit Informationen zu versorgen und klare Verhaltensanweisungen zu verbreiten.

Sollkriterien:

- Die Smartphones bzw. die mobilen Endgeräte der Besucher oder zu Evakuierende sollen eine wesentliche Rolle im System spielen.
- Das System soll die Gewinnung von Daten mit Hilfe der Besucher ermöglichen.
- Die Datenübertragung soll durch Kommunikationsterminals realisiert werden, deren Reichweite soll durch ein Ad-hoc-Netz vergrößert werden.
- Die gewonnenen Daten sollen durch geeignete Routingverfahren im Ad-hoc-Netz effizient transportiert werden. Die Verbindung zwischen Leitzentrale und Besuchern oder zu Evakuierenden soll bidirektional möglich sein.
- Integriert werden kann die Nutzung aller Informationen dadurch, dass alle Daten in einem zentralen System gesammelt, aufbereitet und von allen Rettungskräften abgerufen werden können.

Kannkriterien:

Erweiterungen um vorteilhafte Funktionen für die Nutzer, z.B.:

- Wie war die letzte bekannte Position von Angehörigen?
- Schaffung von Kommunikationsmöglichkeiten zwischen den Besuchern
- Datensammlung mit dem Ziel, zukünftige Großveranstaltungen sicherer planen zu können.

6 Systementwurf

6.1 Darstellung des Systemkonzeptes

Die Abbildung zeigt die geplanten Komponenten des Systems und wie sie verbunden sind. Unter 6.9 werden die wichtigsten Bestandteile des Systems zusammenfassend beschrieben.

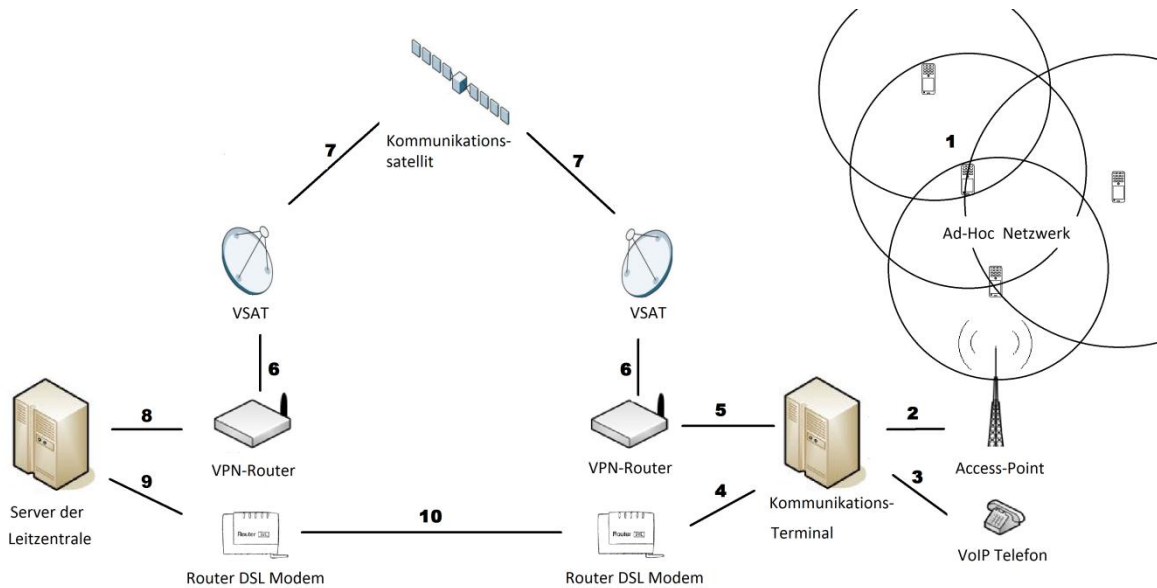


Abbildung 16: Darstellung des Systemkonzeptes

6.2 Schnittstellendefinition

In Tabelle 3 sind die in Abbildung 16 dargestellten Schnittstellen definiert.

Tabelle 3: Verbindungen und Schnittstellendefinition

Nummer	Verbindung zwischen	Schnittstelle
1	mobilen Endgeräten	WLAN (Ad-hoc-Netz)
2	WLAN Access-Point und Kommunikationsterminal	LAN/ WLAN
3	VoIP-Telefon und Kommunikationsterminal	LAN
4	Kommunikationsterminal und Router/DSL-Modem	LAN (VPN)
5	Kommunikationsterminal und VPN-Router	LAN
6	VPN-Router und VSAT	LAN (VPN)
7	VSAT und Kommunikationssatellit	Satelliten-Internet (VPN)
8	VPN-Router und Server der Leitzentrale	LAN
9	Server der Leitzentrale und Router/DSL-Modem	LAN (VPN)
10	Router/DSL-Modem (Leitzentrale) und Router/DSL-Modem (Kommunikationsterminal)	Breitband-Internet (VPN)

6.3 Eignung der Kommunikationstechnologien für das konzipierte System

6.3.1 Bewertung des Einsatzes von WLAN IEEE 802.11

Der wesentliche Vorteil der Nutzung von WLAN besteht darin, dass die drohende Überlastung oder der Ausfall der öffentlichen mobilen Kommunikationssysteme umgangen werden kann. Die Forderung nach größtmöglicher Ausfallsicherheit kann bei alleiniger Nutzung des öffentlichen Netzes nicht gewährleistet werden. Dieses wird bei einer Großveranstaltung bereits durch die allgemeine Kommunikation übermäßig belastet. Sollen nun zusätzlich hunderte oder tausende Geräte über das öffentliche Netz kommunizieren, wächst die Überlastungswahrscheinlichkeit noch stärker. Tritt eine kritische Situation auf, kann es dazu kommen, dass viele Besucher gleichzeitig ihr Handy nutzen wollen und das Netz überlastet wird.

Der Nachteil des Aufbaus eigener WLAN-Infrastruktur besteht im hohen Planungs-, Installations- und Wartungsaufwand. Für unvorhergesehene Ereignisse wie z.B. Katastrophen und Unfälle ist es darum nicht einsetzbar. Bei Großveranstaltung erscheinen die zu erwartenden Kosten unverhältnismäßig hoch. Die anfängliche Hoffnung, die Zellgrößen auf 250-300 m ausweiten zu können, um weniger Access-Points installieren zu müssen, erwies sich als unberechtigt. Es zeigte sich, dass viele Smartphones, die Frequenzen im 5 GHz Bereich, welche eine Sendeleistung von 200 und 1000 mW erlauben, nicht unterstützen. Daher müsste der Zellgrößenradius kleiner als 100 m sein, um nicht einen großen Anteil der Teilnehmer auszuschließen. Abhängig von der räumlichen Ausdehnung der Veranstaltung könnten dafür hunderte von Access Points notwendig sein, für sie müssen sichere Plätze gefunden werden, sie müssen mit Energie versorgt und ihre Funktionstüchtigkeit muss sichergestellt werden.

Überlegungen zur Einbeziehung öffentlicher mobiler Netze

Der größte Vorteil öffentlicher mobiler Netze ist ihre nahezu flächendeckende Verfügbarkeit. Sie können spontan genutzt werden. Bei Großveranstaltungen sind sie jedoch oft sehr stark belastet. Ausfälle können generell nicht ausgeschlossen werden. Bei Katastrophen kann es vorkommen, dass die Infrastruktur der öffentlichen Telefonnetze zerstört wurde. Sie sollten daher nicht ohne redundante Kommunikationstechnologie genutzt werden. Bei sehr weitläufigen Großveranstaltungen, mit nur geringer Besucherdichte wäre die Nutzung öffentlicher Netze denkbar. Kaum eine Großveranstaltung dürfte jedoch diese Forderung erfüllen.

Die Nutzung der öffentlichen mobilen Netze bietet sich jedoch im Sinne der Redundanz und Ausfallsicherheit als Ausweichmöglichkeit an. Für Katastrophen kann man sich nicht auf das Zustandekommen der spontanen Netze verlassen. Sofern öffentliche Netze verfügbar sind, sollten diese integriert werden.

6.3.2 Verwendung mobiler Ad-hoc-Netzwerke

Wie lässt sich eine Übertragung realisieren, wenn man die von Überlastung bedrohten Mobilfunknetze nicht nutzen will und den Aufwand für den Aufbau eines eigenen WLAN Netzes scheut? Bei der Suche nach einer Lösung entstand die Idee Endgeräte zu nutzen, die spontan Ad-hoc-Netzwerke aufbauen.

Mobile Ad-hoc-Netze haben für die geplante Anwendung entscheidende Vorteile und sollen bevorzugt für das zu entwickelnde System eingesetzt werden. Neben der guten Lastverteilung und der hohen Leistungsfähigkeit von Ad-hoc-Netzen ist es für eine Systemlösung, die bei Katastrophen oder Großveranstaltungen zum Einsatz kommen soll, entscheidend, dass der Erhalt der Kommunikationsfähigkeit nicht von einzelnen Geräten abhängig ist.

Eine solche Lösung erfordert keine Installation und verursacht niedrige Kosten. Durch das Einfügen einzelner eigener Geräte können Netze aus hunderten oder tausenden fremden Geräten genutzt werden. WLAN-fähige Smartphones sind heute sehr weit verbreitet. Bei Großveranstaltungen sind oft mehrere hunderttausend Menschen auf begrenztem Raum unterwegs. Gelänge es beispielsweise 1 Promille der Besucher für die Teilnahme zu gewinnen, entstünde ein Netz, das ansonsten einen sehr hohen Installationsaufwand erfordern würde.

Ad-hoc-Netzwerke bringen neue Herausforderungen mit sich, das betrifft insbesondere Routingverfahren und Service-Lokalisierung. Als Routingverfahren sollte ein positionsbasiertes Routingverfahren gewählt werden.

Verbindung von Ad-hoc-Netz und Leitzentrale über Kommunikationsterminals

Um die Verbindung zwischen Ad-hoc-Netz und Leitzentrale zu gewährleisten, sind Kommunikationsterminals geplant. Sie können mobil sein oder fest installiert werden und enthalten passend dimensionierte Rechentechnik. Falls kein Ad-hoc-Netz existiert, ist über einen Access-Point eine direkte Verbindung per WLAN möglich. Die Kommunikationsterminals sind mit einem Notruftelefon ausgestattet, so können sie auch von Teilnehmern ohne WLAN-Gerät genutzt werden.

Die Verbindung zur Leitzentrale muss aus Sicherheitsgründen über eine gesicherte Virtual Private Network Verbindung (VPN) erfolgen. Im Normalfall wird diese Verbindung aus Performance- und Kostengründen über einen festnetzgebundenen Breitbandkabelanschluss geleitet. Nur wenn das nicht funktioniert, sollte automatisch zur Satellitenkommunikation umgeschaltet werden.

Wird z.B. einige Sekunden nach der letzten erfolgreichen Verbindung mit Ping getestet, ob die Verbindung noch existiert, wird auf Satellitenkommunikation umgeschaltet, falls keine Antwort erfolgt.

Die Kommunikationsterminals verwalten Routingtabellen mit Geopositionen der Teilnehmer des mobilen Ad-hoc-Netzes, so werden sie in die Lage versetzt, mit positionsbasierten Routingverfahren effizient jeden Teilnehmer wiederzufinden und Energie und Traffic zu sparen. Die gezielte Auswahl aller Teilnehmer in einem bestimmten Teilgebiet (z.B. einer Gefahrenzone) wird durch die in den Routingtabellen gespeicherten Geopositionen erst möglich.

Entsprechend der Vorgehensweise des Service Location Protocols (SLP) senden sie Multicasteranfragen ins Ad-hoc-Netz, um die Verfügbarkeit des Dienstes anzubieten.

Verbindung der mobilen Teilnehmer im Ad-hoc-Netz

Die Überlegungen gehen von meist mobilen Teilnehmern aus, von denen ausreichend viele ein WLAN-fähiges Endgerät mit sich führen. Die Geräte bauen selbstständig ein Ad-hoc-Netz auf. Jedes WLAN-fähige Gerät in Reichweite mit entsprechender, installierter Software kann teilnehmen. Dabei dient es gleichzeitig zur Datensammlung, als Kommunikationsmittel, zur Verbindung der Teilnehmer im Ad-hoc-Netz und kann als Leitgerät z.B. den besten Fluchtweg anzeigen.

Um die BOS-Terminals zu finden, dürfen die Endgeräte der Teilnehmer, entsprechend der Vorgehensweise des Service Location Protocols (SLP), im Normalfall nur in unmittelbarer Umgebung selbst mit Multicast suchen. Bei Multicasteranfragen vieler Teilnehmer droht ansonsten eine Netzüberlastung. Das Suchen in unmittelbarer Umgebung ist z.B. mit einer Variablen, die die Anzahl von zurückgelegten Knoten (Hops), zählt, sicherzustellen. Nur bei Notrufen und noch nicht gefundener Verbindung zum BOS-Terminal dürfen Teilnehmer über weite Strecken Multicasteranfragen starten.

6.3.3 Satellitenkommunikation als redundante Verbindung

Die Satellitenkommunikation ist für das System notwendig, um mit der Leitzentrale auch beim Ausfall der öffentlichen Telefonnetze kommunizieren zu können. Dieser Kommunikationsweg sollte nur für Verbindungen höchster Priorität benutzt werden, da dessen Kapazität begrenzt ist.

Das System SatLink-BOS erscheint für diesen Zweck prinzipiell als Basis geeignet, einige Optimierungen werden nötig sein. Nachteilig ist die geringe Bandbreite. Die Vorprozessierung und Reduzierung der Daten sollte bei den Kommunikationsterminals erfolgen. Für den Katastrophenfall sollte ein Notfallmodus eingeplant werden, in dem nur noch die nötigsten Daten übermittelt werden.

Selbstausrichtende Antennenlösungen für das Fahrzeugdach sind besonders nützlich, um den schnellen Aufbau der Kommunikationsterminals in Krisengebieten zu gewährleisten. Eine interessante Option ist die Mischform der Übertragungswege, neben der reinen satellitengestützten Kommunikation kann so mit einer mobilen Einheit über die

Bodenstation ein Internetzugang ermöglicht werden. Diese Möglichkeit könnte z.B. nützlich sein, um bei teilweise ausgefallener Kommunikationsinfrastruktur die verbleibenden Mittel auszunutzen und umschalten zu können.

Die Möglichkeit des Umschaltens ist auch nötig, um von einem festnetzgebundenen Breitbandkabelanschluss, der normalerweise aus Performance- und Kostengründen genutzt wird, zur Satellitenkommunikation umzuschalten.

Besonders wichtig ist die sichere Datenkommunikation, um insbesondere die Leitstelle zu schützen. Ein VPN-Router kann das gewährleisten. Da er die Kompression und die Beschleunigung der Daten unterstützt, lässt sich die knappe Bandbreite optimal auszunutzen.

Wertvoll ist die Möglichkeit, bestimmte definierte Datenverbindungen bevorzugt behandeln zu können. So können beispielsweise Notrufe die oberste Priorität bekommen. Um die Bandbreite optimal auszunutzen, muss ein geeignetes Format gewählt werden, das maximale Nutzdateninformation und minimalen Overhead erlaubt und außerdem geltenden Standards entspricht.

6.4 Leitsystem mit mobilen Endgeräten

6.4.1 Schlussfolgerungen aus dem Schwarmexperiment

Das Leitsystem soll ermöglichen, die Nutzer des Systems im Falle einer Evakuierung mit Hilfe eigener Handys zur nächsten geeigneten Sammelstelle zu führen. Wie unter Punkt 4.2.1 erläutert, genügt ein Anteil informierter Besucher von ca. 5%. Für die Führerschaft eines Schwarms oder Menschenmenge genügt allein der Besitz von Informationen. Die informierten Personen müssen keine Leitungsbefugnis erhalten. Es ist nicht nötig, dass der Schwarm den Führenden als solchen erkennt.

In Analogie zum Schwarmexperiment sind Schwierigkeiten zu erwarten, wenn von den Menschen unterschiedliche Fluchtwege identifiziert werden oder die Menschenmenge sich bereits in eine andere Richtung bewegt, als von der Leitzentrale empfohlen wird. Das Schwarmexperiment ist ein idealisiertes Modell. Beim Schwarmexperiment können die Menschen sich relativ frei bewegen, bei Großveranstaltungen ab einer bestimmten Besucherdichte nicht mehr.

Es zeigt sich, dass bei Großveranstaltungen in Abhängigkeit von der Personendichte geleitet werden muss. Nur wenn die Personendichte klein genug ist, also für die Menschen eine freie Wegewahl möglich ist, darf - wie im Schwarmexperiment - die informierte Minderheit über andere Wege geleitet werden als die große Masse. Ist eine freie Wegewahl unmöglich, wird eine Verschärfung der Situation eintreten, wenn wenige Prozent der Besucher versuchen, sich in eine andere Richtung als die große Mehrheit zu bewegen. Konkrete Grenzwerte, bis zu welcher Besucherdichte ein Leitsystem ohne

Einschränkungen zum errechneten optimalen Weg führen darf, sind durch Praxistests oder praxisnahe Computersimulationen herauszufinden.

6.4.2 Gestaltung eines Fußgängerleitsystems für mobile Anwendungen

Die Gestaltungsgrundsätze, die von Blase [20] zusammengetragen wurden, sind für ein herkömmliches Fußgängerleitsystem aufgestellt, das vor allem auf Schildern und Hinweistafeln basiert (siehe Anlage 1 im Anhang). Sie lassen sich aber für ein Fußgängerleitsystem, das auf einem mobilen Endgerät läuft, leicht adaptieren. Die Informationen müssen eindeutig und leicht erkennbar dargestellt werden, um die besondere Stresssituation der Menschen z.B. bei einer Evakuierung zu berücksichtigen.

Lesbarkeit, Schrift, Farbe und Kontrast

Je größer und knapper die Beschriftung und je besser der Kontrast auf dem Display ist, desto komfortabler und sicherer lassen sich Informationen auf einem in der Regel kleinen Handydisplay aufnehmen. Die Farbe sollte die Wahrnehmbarkeit unterstützen, beispielsweise sollten besonders wichtige Punkte wie Ausgänge oder Sanitätsplätze farblich hervorgehoben werden.

Einsatz von Pfeilwegweisern und Routen

Das Weisen der Richtung durch ausgerichtete Schilder bzw. Pfeile ist in herkömmlichen Fußgängerleitsystemen notwendig. Auf dem Handy-Display jedoch lässt sich die Richtungsanweisung durch Anzeige der zurückzulegenden Route verdeutlichen. Es ist darauf zu achten, dass die zu wählenden Abzweigungen deutlich hervorgehoben werden, hierfür bieten sich Pfeile an.

Anzeige von Barrieren und Alternativrouten

Bei Großveranstaltungen werden Rettungskräfte im Rahmen des Möglichen dafür sorgen, dass die Rettungswege frei gehalten werden. Jedoch kann es z.B. bei Unfällen dazu kommen, dass Rettungswege unpassierbar werden. Es gilt solche Hindernisse zu erkennen und zu klassifizieren. Wenn eine allgemeine Gefahr besteht, wird eine Umleitung aller Teilnehmer unumgänglich sein. Ist die Passierbarkeit einer Route nur eingeschränkt und sind genügend Einsatzkräfte vorhanden, kann die Route mit ihrer Hilfe unter Umständen benutzt werden.

Einsatz von Piktogrammen

Mit ihnen lassen sich Informationen platzsparend und übersichtlich auf dem Handydisplay anzeigen. Beschriftungen werden eingespart und die Ziele auch für fremdsprachige Besucher erkennbar.

Kontinuität und Zielbestätigung

Eine einmal vorgegebene Route sollte bei einem Leitsystem für Evakuierungen unbedingt beibehalten und nur in Ausnahmesituationen (z.B. plötzlich auftretende Hindernisse oder Unfälle) geändert werden. Weiterhin sollte das Ziel und dessen Erreichen sichtbar gemacht werden, das kann durch eine Entfernungsanzeige in Zeit und Weg unterstützt werden.

Empfang von Textnachrichten

Unmittelbar nach einer Katastrophe muss die gesamte Bevölkerung laufend und flächendeckend über die aktuelle Lage informiert werden. Im Leitsystem sollte daher die Möglichkeit geschaffen werden, Textnachrichten der Behörden anzuzeigen. Die Textnachrichten werden unabhängig von öffentlichen Netzen über die Kommunikationsterminals an alle Teilnehmer im Ad-hoc-Netz verteilt. Der Empfang solcher Nachrichten sollte durch einen Signalton und optisch auffällig auf dem Display erkennbar gemacht werden.

6.4.3 Bewertung klassischer Personen-Leitsysteme

Um das zu entwickelnde System im Vergleich mit herkömmlichen Personen-Leitsysteme kritisch bewerten zu können, sollen zunächst deren Möglichkeiten und Grenzen aufgezeigt werden. Leitsysteme werden meist an Orten eingesetzt, an denen die Leitung großer Personenzahlen erforderlich ist. Oft werden sie kombiniert, um die individuellen Stärken der verschiedenen Systeme optimal zu nutzen. Die Planung und Installation dieser Systeme erfordern hohen Aufwand und müssen an die strukturellen Voraussetzungen jedes Einsatzgebietes angepasst werden. Der Vorteil der Einzelfertigung ist die optimale Systemabstimmung auf das Einsatzgebiet. Systeme, die eine physikalische Trennung realisieren, reichen von einfachen Abgrenzungsständen mit Kordeln oder Absperrbändern über mobile Rollzaun-Systeme bis hin zu stationäre Zaunanlagen. Schilder oder Hinweistafeln sind ebenfalls Leitsysteme, sie leiten jedoch nicht durch physikalische Trennung und bedürfen somit eines höheren Grades an Akzeptanz. Eine mögliche Komponente von Personenleitsystemen sind sogenannte Wellenbrecher, künstliche Hindernisse, die an geeigneten und durch Computersimulationen optimierten Stellen Menschenströme kanalisieren sollen. Leitsysteme werden oft von Einsatzkräften unterstützt, um die Wirksamkeit zu erhöhen und um bei unvorhergesehenen Situationen reagieren zu können.

Eine denkbare und flexible Variante ist es, ein Leitsystem ausschließlich aus Einsatzkräften zu gestalten. Für plötzlich auftretende Situationen wie bei Verkehrsunfällen oder Ampelausfällen, die voraussichtlich nur kurze Zeit andauern werden, ist das oft das

Mittel der Wahl. Auch bei Großunfällen und Katastrophen übernehmen Einsatzkräfte die ersten Leitaufgaben, weil sie flexibel reagieren und schnell vor Ort sein können. Je länger Ereignisse andauern, je größer ihre räumliche Ausdehnung ist, desto wirtschaftlicher wird es, die technische Ausstattung zu erhöhen, um die benötigte Personalmenge zu reduzieren.

6.4.4 Vergleich klassischer Personenleitsysteme mit geplantem System

Das bisher übliche Leitsystem für Personen aus Absperrelementen, Schildern und Hinweistafeln wird mit dem in der Bachelorarbeit erstellten Konzept hinsichtlich wichtiger Kriterien verglichen, um die Vor- und Nachteile herauszuarbeiten.

Tabelle 4: Vergleich von klassischen Leitsystemen und dem geplanten System auf mobilen Endgeräten

	Leitsystem auf mobilen Endgeräten	klassisches Leitsystem
Planung	<p>Vorteil: Nach der Erfassung kann man leichter auf Veränderungen reagieren und verschiedene Szenarien leicht simulieren</p> <p>Nachteil: Für jedes Einsatzgebiet sind eine aufwendige Datenerfassung (mögliche Sanitäts- oder Evakuierungsplätze, Gefahrstellen, Hindernisse, Wegekapazitäten etc.) und das Überführen in ein Geländemodell nötig.</p>	<p>Vorteil: Die Erfassung des Geländes ist weniger aufwendig.</p> <p>Nachteil: Ändern sich die Rahmenbedingungen signifikant, ist es wesentlich schwieriger auf Veränderungen zu reagieren und die Planung anzupassen.</p>
Technischer Aufwand	<p>Es wird ein zentraler Server für die Leitzentrale benötigt. Die Anzahl der Kommunikationsterminals ist abhängig von Größe des Gebietes und der Anzahl der Systemteilnehmer. Die Entwicklung der Applikation ist im Prinzip nur einmalig nötig. Für den Teilnehmer sollten sich Änderungen soweit möglich auf den automatischen Download von Kartenmaterial beschränken.</p>	<p>Der Aufwand ist sehr abhängig vom Einzelfall. Komponenten lassen sich zum Teil mehrfach verwenden, müssen aber gelagert, transportiert und auf- und abgebaut werden. Kurzfristige Anpassungen sind aufwendig.</p>

Kosten	Hohe Kosten für den einmaligen Entwicklungsaufwand für Software und Technik. Die entwickelte Lösung lässt sich dann jedoch in vielen Gebieten und Situationen einsetzen. Die Kosten für Datenerfassung und Modellbildungen können durch standardisierte Vorgehensweisen bei der Erfassung gesenkt werden. Mobile Kommunikationsterminals lassen sich in verschiedenen Gebieten nutzen und können die Kosten gegenüber stationären Terminals senken.	Die Kosten variieren sehr stark, sie sind im höheren Maße von der Größe des Gebietes und der Qualität und Quantität der Komponenten abhängig.
Akzeptanz	Schwierig zu erreichen, da das Vorhandensein des Leitsystems nicht von jeden erkannt wird. Vertrauen in die Technik kann nicht bei allen Menschen vorausgesetzt werden.	Das Leitsystem ist für jeden sichtbar und vertraut. Die Wege sind durch Absperrungen oft fest vorgegeben, was zum Teil negative Reaktionen provoziert, von den meisten aber akzeptiert wird.
Unterstützung durch Einsatzkräfte	In beiden Fällen nötig. Beide Systeme müssen durch Einsatzkräfte unterstützt werden, um bei unvorhergesehenen Situationen oder plötzlich auftretenden Hindernissen reagieren zu können. Allein die Präsenz der Einsatzkräfte hat eine lenkende Wirkung. Es ist nicht abzusehen, Großveranstaltungen oder Katastrophen in Zukunft nicht mehr von Einsatzkräften begleitet zu müssen.	

6.5 Ermittlung der Rettungswege durch Simulation

Für die Entwicklung des geplanten Systems wird ein Überblick benötigt, wie die Ermittlung von geeigneten Fluchtrouten in der Leitstelle voraussichtlich ablaufen könnte und welche Daten dafür benötigt werden.

Es wurde festgestellt, dass untere Schranken für Evakuierungszeiten und möglich Evakuierungswege mit möglichst geringem Zeitaufwand heute in der Regel mit Simulationen berechnet werden. Für optimale Evakuierungswege gehört auch die

Betrachtung des Faktors Sicherheit dazu. Sofern Wege vorhanden sind, für die keine Gefährdung bekannt ist, sind diese vom Leitsystem zu nutzen. Wenn ausschließlich Wege mit eingeschränkter Sicherheit vorhanden sind, muss die Sicherheit als Kosten betrachtet werden und der Weg mit der geringsten Summe von Nachteilen ist zu wählen.

Besonders wichtige Daten für das Simulationsmodell sind: Geschwindigkeiten oder Positionen und dazugehörige Zeitstempel also Routeninformationen. Diese Daten sollten, soweit möglich, vom geplanten System gewonnen werden. Weitere wichtige Daten sind Besucherdichte, Bewegungsgeschwindigkeit der Fußgänger und Gruppengröße. Das Fundamentaldiagramm zeigt, dass diese Daten voneinander abhängig sind.

Gruppengröße und Bewegungsgeschwindigkeit lassen sich vom System ermitteln und es sollte durch praktische Versuche geprüft werden, ob sich daraus die Besucherdichte ermitteln lässt.

Die von Simulationen genutzten personenabhängigen Daten wie Trödelwahrscheinlichkeit, individuelle Alarmzeit, die Wahrscheinlichkeit für Ausweichvorgänge bei bestimmten Situationen bis zum Verhalten bei Extremsituationen könnten durch Erfassung von Routendaten von großen Teilnehmerzahlen bei verschiedenen Veranstaltungen erfasst werden. Dafür muss das Gelände in einem vollständigen Modell erfasst und alle Situationen, über die man Daten gewinnen möchte, müssen dokumentiert werden.

Es erscheint sinnvoll, die Simulation makroskopisch ablaufen zu lassen. Hunderttausende Besucher wesentlich schneller als in Echtzeit und mit verschiedenen Simulationsdurchläufen zu simulieren, erscheint nicht nötig und wäre mit vertretbarem Rechenaufwand nicht zu leisten. Eine makroskopische Simulation hat zunächst das Problem, die Bewegung der gesamten Masse in Flüsse zu unterteilen. Das erscheint bezüglich der Erfassung und Zuordnung zunächst schwierig, ist aber ab einer bestimmten Besucherdichte besonders sinnvoll, da die Menschen sich dann nicht mehr individuell bewegen können. Eine Einteilung in Flüsse erlaubt außerdem eine effizientere Zuordnung der Daten. Die Simulation wird im Idealfall ständig vorrausschauend mit aktuellen Daten berechnet und damit festgestellt, welche Flüsse über welche Ausgängen evakuiert werden sollten. Wenn ein Besucher seinen persönlichen Rettungsweg abrufen muss, muss nur ermittelt werden, zu welchem Fluss er gehört und die Route „seines“ Evakuierungsweges kann angezeigt werden. Um auch unvorhergesehene Ereignisse zu berücksichtigen, ist es erforderlich, dass die Simulation kurzfristig adaptiert werden kann.

6.6 Datengewinnung im geplanten System

6.6.1 Weiterentwicklung der Eingabe durch den User

Die Usereingabe der Anzahl der Personen, die bei einer Großveranstaltung in einer Gruppe mitlaufen, sollte ähnlich wie bei Repka berücksichtigt werden, da diese Information Rückschlüsse zulässt, wie groß die Steuerwirkung der mit Informationen versorgten Gruppe ist. Eine größere Gruppe hat bessere Chancen in einer Menschenmenge eine Steuerwirkung zu erzielen als eine kleinere. Die Gruppengröße kann außerdem eventuell beim Ermitteln der Besucherdichte helfen. Die Eingabemöglichkeiten für den User sollten jedoch erheblich erweitert werden, weitere nützliche Informationen für die Einsatzkräfte wären:

- Einschränkung der Mobilität
- Altersklasse
- Geplante Aufenthaltszeit

Für die Einsatzkräfte wären diese Informationen über die Besucherstruktur von großem Vorteil. Es ist jedoch zu beachten, dass die Zusammensetzung der Systemteilnehmer nicht unbedingt identisch ist mit der Besucherstruktur. Im Experteninterview wurde der Wunsch geäußert, mit Hilfe des Systems Informationen über den Anteil der in ihrer Mobilität eingeschränkten Personen zu gewinnen. Das kann gewährleistet werden, wenn die Betroffenen am System teilnehmen und entsprechende Eingaben vornehmen. Die Bereitschaft entsprechende Auskunft zu geben, kann mit der Aussicht erhöht werden, zukünftig besser auf die speziellen Bedürfnisse dieser Besuchergruppe reagieren zu können. Inwieweit die auf diese Weise erworbenen Daten belastbar sind, sollte in weiteren Untersuchungen geprüft werden.

Infrastrukturzusammenbrüche

Der Nutzer sollte die Möglichkeit bekommen, Infrastrukturzusammenbrüche zu melden. Diese Information ist für die Einsatzkräfte besonders wichtig. Wenn bei einer Großveranstaltung Menschenmassen oder Hindernisse lokal zu besonders hohen Besucherdichten führen, müssen die Rettungskräfte davon Kenntnis erhalten. Auf die Relevanz dieser Meldemöglichkeiten sollten die Nutzer unbedingt hingewiesen werden. Diese Funktion könnte theoretisch auch in den Notruf integriert werden, jedoch wäre das eine Verfremdung des üblichen Notrufsystems, deshalb ist davon abzusehen. Die Position der betroffenen Infrastruktur wird analog zur Einsatzstelle beim Notruf (wie unter 6.6.3) ermittelt.

Die Meldung kann über ein einfaches Auswahlménü erfolgen. Die Erfassung der Position des Meldenden sollte automatisch erfolgen.

Tabelle 5: Auswahlmenü zur Meldung von Infrastrukturzusammenbrüchen

Infrastruktur	Folgende Frage oder Auswahlmöglichkeit
Telefonverbindung?	Betroffene Netze? Mobil, Festnetz, Beides
Stromnetze?	Betroffenes Gebiet? Nur vor Ort, bis 200 m Umkreis, Umkreis größer 200 m , unbekannt
Verkehrs- oder Fußwege ?	Betroffene Straßen? Nebenstraße, Fußweg, Hauptverkehrsstraße, Autobahn Ursache? Verkehrsunfall, Hindernis, zerstört, Menschenansammlung

6.6.2 Auskunft über die eigene Position zum Wiederauffinden Angehöriger

Hohen Stellenwert bei Evakuierungen und Katastrophen hat für Betroffene die Frage nach dem Verbleib von Angehörigen. Auch bei Großveranstaltungen verlieren sich Menschen oft aus den Augen und benötigen Unterstützung beim gegenseitigen Wiederauffinden.

Das System ist so zu konzeptionieren, dass der Teilnehmer an eine ausgewählte Liste von Telefonnummern seine eigene Position schicken kann. Der Empfänger kann sie sich auf der Karte anzeigen lassen und sich eine berechnete Route dorthin anzeigen lassen.

Eine kurze Botschaft etwa in der Länge einer SMS sollte man hinzufügen können.

Wenn das öffentliche Telefonnetz funktioniert, ist diese Funktion mit Hilfe einfacher SMS oder Datenkommunikation über GPRS keine große Herausforderung. Will man jedoch vom öffentlichen Telekommunikationsnetz unabhängig sein, entsteht das Problem, dass im Ad-hoc-Netz aus Smartphones die Nummern nicht bekannt sind und mit IP-Adressen gearbeitet wird. Eine Möglichkeit wäre es, für diesen Dienst in einer Datenbank auf dem Server der Leitzentrale die IP in Kombination mit der Telefonnummer abzuspeichern.

Dafür müssen sie vom Besucher eingegeben und das Einverständnis zur Nutzung erklärt werden. Zusätzlich sollte die Geoposition gespeichert werden, um gezielt nach dem Kommunikationsterminal zur Weiterleitung suchen zu können.

Damit auch Nutzer vom Verbleib ihrer Mitmenschen erfahren können, die sich erst nach dem Absenden der ursprünglichen Nachricht beim System anmelden, sollte eine zweite Option geschaffen und zur Auswahl gestellt werden. Hierfür werden dann die Position, die Nachricht und zugriffsberechtigte Telefonnummern abgespeichert. Nur an die Teilnehmer, die vom Absender als zugriffsberechtigt ausgewählt worden sind, dürfen diese Daten herausgegeben werden.

Eine dritte Variante wäre eine Anfragemöglichkeit von Positionen für beliebige Telefonnummern. Mit Hilfe einer Textnachricht kann bei Personen angefragt werden, ob sie ihre Position an die Telefonnummer des Absenders schicken wollen. Liegt das Einverständnis vor, wird die Information übermittelt.

6.6.3 Umsetzung des Notrufes auf die mobile Anwendung

Für das System ist eine Notruf-Möglichkeit vorgesehen. Es erscheint sinnvoll, sich an den üblichen Vorgehensweisen professioneller Einsatzkräfte zu orientieren, die auf langjährigen Erfahrungen beruhen. Mit Sicht auf den Anwender erscheint es nicht empfehlenswert, in Stresssituationen von bekannten Abläufen abzuweichen.

Rettungskräfte werden immer versuchen, den Absender des Notrufes noch einmal persönlich zu erreichen. Für den Fall der Nichtverfügbarkeit der öffentlichen Netze sollte die Gewinnung der wichtigsten Daten ohne Rückruf gewährleistet sein.

Wo ist die Einsatzstelle?

Der Ort der Einsatzstelle ist mit dem Handy und GPS effektiv zu erfassen. Auch wenn der Nutzer sich im Gebiet nicht auskennt, kann die Position ermittelt werden. Schwieriger wird es, wenn der Absender des Notrufes sich nicht in unmittelbarer Nähe der Unfallstelle befindet. Jedoch kann in erster Näherung davon ausgegangen werden, dass Meldungen in Sichtweite der Gefahrenlage erfolgen und sich Menschen meist nur entfernen, um sich selbst in Sicherheit zu bringen. Die genaue Position sollte nach Absenden des Notrufes durch den Rückruf oder durch Eingabe von Himmelsrichtung und Abstand zur Unfallstelle ermittelt werden.

Was ist passiert?

Die Aufnahme der Informationen soll in Anlehnung an das Verfahren der integrierten Leistelle Kaiserslautern [21] erfolgen. Zunächst erfolgt die grobe Klassifizierung, der Benutzer entscheidet sich für eine der Kategorien Brandeinsatz, Verkehrsunfall, Medizinischer Einsatz, Gefahrstoffe, Personen in Zwangslage, oder sonstiger Einsatz. Dann geht es weiter mit den Fragen zur Kategorie: Die erste Frage ist immer, ob es Verletzte gibt. Falls ja, geht es weiter mit den Fragen zu medizinischen Einsätzen. Damit der Notruf innerhalb von 80 Sekunden abgesendet werden kann, sollten nur 3-4 wesentliche Fragen gestellt werden, die die Disposition der Rettungsmittel ermöglichen. Jede Frage sollte darauf abzielen, mit Auswahlmöglichkeiten möglichst effizient Art und Umfang des Hilfebedarfes abzuklären. Nicht alle der folgenden Auswahlmöglichkeiten sind für eine Evakuierung oder für Großveranstaltungen relevant, die Abfrage soll jedoch soweit wie möglich dem allgemeinen Notruf entsprechen. Eine Tabelle mit Fragen zur Eingrenzung der Frage „Was ist passiert“ die für den Notruf über ein mobiles Endgerät adaptiert wurde befindet sich im Anhang.

Wie viele Verletzte?

Wird bei jedem medizinischen Einsatz abgefragt, ist von Bedeutung für Art und Anzahl der disponierten Rettungsmittel.

Wer meldet den Notfall?

Grundsätzlich werden bei der Verwendung des Notrufknopfes die persönlichen Daten Name, Adresse und Telefonnummer übersendet. Schon bei der Installation des Programmes sollten diese Daten erfasst und gespeichert werden. Der Nutzer wird übereinstimmend mit den Richtlinien des Bundesdatenschutzgesetzes darüber informiert und muss sein Einverständnis abgeben. Er wird informiert, dass die Daten bei Verwendung des Notrufknopfes mit übertragen werden. Das ermöglicht telefonische Rückfragen und erschwert den Missbrauch des Notrufsystems.

Warten auf mögliche Rückfragen

Die Rettungskräfte werden immer versuchen, den Absender des Notrufes noch einmal persönlich zu erreichen. Für den Fall, dass öffentliche Netze nicht verfügbar sind, ist die Gewinnung der wichtigsten Daten ohne Rückruf zu gewährleisten. Damit die Dateneingabe wenig Zeit erfordert, sollten nur die Informationen vor dem Betätigen des Alarmknopfes abgefragt werden, die zur Einordnung der Situation nötig sind. Ein Teil der Daten kann automatisch erfasst werden (z.B. GPS-Koordinaten) und es besteht die Möglichkeit, weitere Informationen noch nach Absenden des Notrufes abzufragen. Anweisungen zur ersten Hilfe, zur Absicherung der Unfallstelle bzw. zum Entfernen aus dem Gefahrenbereich, sollten als Rückmeldung übertragen werden. Diese Antwort lässt sich bei Ereignissen, die sich sicher genug klassifizieren lassen, sogar ohne Datenkommunikation automatisch durch die Anwendung bereitstellen.

6.6.4 Einsatz der Anwendung „Open GPS Tracker“ zur Datenerfassung

Als Grundlage für die Applikation zur Datenerfassung und für das Leitsystem bietet es sich an, die unter 4.4.2 vorgestellte Anwendung „Open GPS Tracker“ zu nutzen. Diese Software enthält Funktionen (Berechnung von Routen, übersichtliche Anzeige der Routen), die zur Informationsweitergabe bei Großereignissen und Evakuierungen nützlich sind und adaptiert werden dürfen. Die Aufzeichnung von GPS-Positionsdaten und dazu gehörigen Zeitstempeln ist gelöst und kann in der konzipierten Anwendung verwendet werden, um Routen aufzuzeichnen und Rückschlüsse auf die erreichten Geschwindigkeiten zu ziehen. Diese Daten könnten in den Standardformaten der Anwendung über die Kommunikationsterminals an die Leitzentrale verschickt werden. Es ist zwar aus Kompatibilitätsgründen vorteilhaft übliche Dateiformate zu verwenden, allerdings lässt sich mit Hilfe eines eigenen, schlankeren Datei-Formates Daten und Übermittlungskapazität sparen.

Die geplante Leitzentrale kann aus den übermittelten Daten Geschwindigkeiten und Bewegungsrichtungen der teilnehmenden Personen errechnen. Ist die Besucherdichte so hoch, dass sich ein Einzelner nicht mehr gegen den Strom bewegen kann, lassen sich

aus den Daten Rückschlüsse auf den Menschenstrom ziehen. Eine sehr geringe Geschwindigkeit mehrerer Teilnehmer kann auf eine sehr hohe Menschendichte oder auf eine Unpassierbarkeit von Wegen hindeuten.

Es ist zu beachten, dass die Teilnehmer über das Erfassen der Routen informiert werden müssen und ihr ausdrückliches Einverständnis einzuholen ist. Auch aus Gründen der Netzlast und der Akkulaufzeit der Teilnehmerhandys sollten die Routen nur sparsam erfasst werden, beispielsweise in kritischen Zonen. In Abhängigkeit von Szenario und Gebietsbelastung sind die Bereiche und Abstände, in denen die Routen erfasst werden, anders zu definieren. Bei einer Evakuierung möchte man z.B. eine umfassende Datenlage absichern, muss sich aber eventuell auf ein Minimum beschränken, weil die Kommunikation wegen eines Netzausfalls über Satelliten erfolgen muss und nur ein sehr kleiner Teil der Bandbreite zur Verfügung steht. Also entscheidet man sich zum Beispiel nur von wenigen Teilnehmern an besonders neuralgischen Stellen alle 30-60 Sekunden die zurückgelegte Route schicken zu lassen.

6.7 Sicherheit der Stromversorgung

Es ist darauf zu achten, dass alle Bestandteile des Kommunikationsnetzes gegen Stromausfälle abgesichert sind. Die Server der Leitzentrale sind in der Regel gut abgesichert, aber auch die weiteren, hier geplanten Komponenten der Kommunikationsterminals sind entsprechend auszurüsten. Unter normalen Umständen sind Stromausfälle nur von kurzer Dauer, unter katastrophalen Bedingungen muss damit gerechnet werden, dass sie einige Tage andauern. Damit die Kommunikationsfähigkeit auch nach dieser Zeit gewährleistet werden kann, muss nach heutigem Stand der Technik zusätzlich zu einem Gerät zur unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) auch ein passend dimensionierter Generator eingeplant werden. Er sollte sich automatisch zuschalten und das USV aufladen. Das USV schützt nicht nur vor Netzausfällen sondern auch vor Spannungsschwankungen und Spannungsspitzen. Deshalb erscheint es sinnvoll, empfindliche Rechentechnik nicht direkt mit dem Generator zu versorgen. Smartphones im Ad-hoc Netz haben im System eine tragende Rolle, aber ihre Akkukapazität ist begrenzt. Bei Nutzung von Rechenleistung, WLAN, Routingaufgaben, GPS Nutzung ist damit zu rechnen, dass der Akku nach einigen Stunden erschöpft ist. Aber auch diese vergleichsweise kurze Zeit kann bei Evakuierung und Rettung zum lebensrettenden Vorteil werden.

6.8 Erweiterung des EmerT-Portals

Das EmerT-Portal dient dazu, Informationen für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben für die Gefahrenabwehr bereitzustellen [6]. Das konzipierte System kann das EmerT-Portal um die Anzeige folgender Informationen erweitern:

Evakuierungswege: Im Falle einer Evakuierung erhalten die Teilnehmer durch die Leitzentrale den Evakuierungsweg angezeigt. Diese Wege sollten auch als Information durch die Einsatzkräfte abrufbar sein. Untere Zeitschranken für die Evakuierung über die angezeigten Routen und eine realistische Schätzung sollten enthalten sein.

Visualisierung von Notrufen: Durch Piktogramme auf der Karte können die Einsatzkräfte schnell ein Gesamtbild der Lage gewinnen und trotzdem ihre Einsatzgebiete im Blick behalten. Dargestellt werden kann beispielsweise:

Wo wird welche Art von Notrufen gemeldet? Jede Einsatzart wird durch ein Piktogramm auf der Karte dargestellt. Weitere Informationen zu jedem Einsatz sollten nach Bewegung des Mauszeigers auf die Piktogramme angezeigt werden. Krisenherde sind durch räumliche Konzentration der Symbole leicht zu erkennen.

Darstellung des Standortes verschiedener Behörden: Im Experteninterview wurde der Wunsch geäußert darzustellen, welche Einsatzkräfte sich wo aufhalten. Es erscheint sinnvoll, diese Funktion mit der Darstellung von Notrufen zu kombinieren. Somit kann leichter erfasst und koordiniert werden, welche Einsatzkräfte sich in der Nähe der Einsatzgebiete aufhalten und sich aufgrund ihrer Mittel für den Einsatz eignen.

Dargestellt werden sollte:

Welcher Behörde/Organisation gehört diese Einheit an? (Darstellung mit Piktogramm, Feuerwehr, Polizei, etc.) Wie viele Einsatzkräfte? Technische Mittel? Spezielle Ausbildungen?

Diese Daten müssen äquivalent zu den Daten der zivilen Teilnehmer gewonnen und verfügbar gemacht werden. Das bedeutet, die Position wird mit Hilfe von GPS gewonnen und die anderen Daten werden eingegeben. Dafür muss jede Einheit mit mindestens einem Smartphone mit GPS ausgestattet werden.

Gruppenruffunktion

Um im Ernstfall wertvolle Zeit zu sparen, sollte die Leitzentrale an alle Einsatzkräfte zeitgleich Botschaften verschicken können. Das kann über das Portal in Form einer Textnachricht geschehen, die mit einem optischen und akustischen Warnsignal versehen allen Einsatzkräften angezeigt wird.

Erfassung der Daten aus den Ad-hoc-Netzen: Wie viele Teilnehmer sind im jeweiligen Gebiet mit den Kommunikationsterminals verbunden, wie viele sind bereit, sich verfolgen zu lassen?

Liegt Einverständnis der Teilnehmer vor, können Routenabschnitte mit jeweils erreichten Durchschnittsgeschwindigkeiten im EmerT-Portal angezeigt werden. Dadurch lassen sich

unter Umständen Staus lokalisieren und deren Größe abschätzen. Eventuell lässt sich erkennen, wie Gefahrenherde umgangen werden. Die Position eines Gefahrenherdes lässt sich somit möglicherweise exakter ermitteln, falls z.B. bei einem Notruf nur die Position des Absenders bekannt ist.

Die Darstellung der Zusammenbrüche von Infrastruktur, die von Teilnehmern gemeldet worden sind, erfolgt mit unterschiedlichen Icons.

Darstellung von Informationen für Behörden über das EmerT-Portal

Die Daten, die über das zu konzipierende System z.B. mit Hilfe der Smartphones gewonnen werden, sollen im EmerT-Projekt für die Behörden aufbereitet und angezeigt werden. Das EmerT-Portal übernimmt die Aufgaben einer GUI, also die Darstellung von Daten und die Interaktion mit dem User. Der Zugang erfolgt für die Behörden über eine Webschnittstelle, dadurch sind die Daten über das Internet leicht abzurufen und auf einer Vielzahl von Endgeräten nutzbar.

Um die Daten im EmerT-Portal nutzen zu können, sind sie von der Leitzentrale regelmäßig über eine gesicherte Verbindung in das Arbeitsverzeichnis des Projektes zu übermitteln. Sie müssen dort ggf. vorverarbeitet, sortiert oder verworfen werden. Nur die notwendigen Daten werden in die entsprechenden Datenbanken eingetragen. In der Regel wird es erforderlich sein, dafür neue Tabellen zu konzipieren und zu erstellen. Für jeden neuen Datentyp muss ein neues Modul in das Projekt EmerT eingefügt werden. Dafür ist es erforderlich, eine Reihe von dokumentierten Arbeitsschritten abzuarbeiten. Durch diese standardisierte Vorgehensweise wird gleichzeitig die Trennung von GUI und Fachlogik gewährleistet.

Arbeitsschritte sind beispielsweise die Implementierung des Services und der dazu gehörigen Service-Schnittstelle. Außerdem gehört die Erweiterung von verschiedenen Klassen und Interfaces dazu, um die neuen Funktionen im Projekt anzumelden und nutzen zu können.

Besonderen Wert ist auf die Tests der einzelnen Komponenten zu legen, dafür sind JUnit-Tests vorgesehen. Weiterhin ist im Projekt die Verwendung von Werkzeugen wie Systemlogger oder Process-State-Monitor vorgesehen, um die einzelnen Prozesse überwachen zu können. Im Ergebnis sind die Daten in der Datenbank des Projektes abgespeichert und können über die Webschnittstelle des EmerT-Portals den Behörden aufbereitet angezeigt werden.

6.9 Zusammenfassende Beschreibung der Systemarchitektur

Das geplante System ist so konzipiert, dass es die Kommunikation bei Großveranstaltungen, Katastrophen und Evakuierungen unterstützen kann. Darüber hinaus ist es in der Lage, Daten zu gewinnen und Nachrichten wie Notrufe oder wichtige Informationen weiterzuleiten.

Es muss gegen den Ausfall der öffentlichen Telekommunikationsverbindungen und des Stromnetzes weitgehend abgesichert sein. Die Funktionen der wichtigsten Bausteine des Systems sollen hier zusammengefasst werden.

Leitzentrale

In der Leitzentrale befinden sich die zentralen Server, die Mehrheit der erfassten Daten wird hier in den zentralen Datenbanken gesammelt. Die Leitzentrale kommuniziert über eine gesicherte Virtual Private Network Verbindung (VPN) bidirektional mit den Kommunikationsterminals, die ihrerseits mit den mobilen Teilnehmern im Ad-hoc-Netz verbunden sind. Informationen, welche die Teilnehmer von hier erhalten können, sind z.B. in der Leitzentrale errechnete Fluchtwege oder abgespeicherte Daten, die das Wiederauffinden von Personen ermöglichen. Die Leitzentrale leitet mit Hilfe des EmerT-Portals wichtige Informationen an Behörden weiter.

Kommunikations-Terminals

Kommunikations-Terminals können mobil oder fest installiert sein. Sie verbinden das Ad-hoc-Netz mit der Leitzentrale. Reicht die Abdeckung des Ad-hoc-Netzes nicht, besteht die Möglichkeit sich aus unmittelbarer Nähe direkt per WLAN zu verbinden. Die Terminals sind mit einem Notruftelefon ausgestattet, so können auch ohne WLAN-Gerät Notrufe abgesetzt werden.

Im Normalfall wird diese Verbindung zur Leitzentrale aus Performance- und Kostengründen über einen festnetzgebundenen Breitbandanschluss geleitet. Ist die Kommunikation über diesen Weg nicht möglich, sollte automatisch zur Satellitenkommunikation umgeschaltet werden.

Die Kommunikations-Terminals verwalten Routingtabellen mit Geopositionen der Teilnehmer des mobilen Ad-hoc-Netzes, so sind sie in der Lage mit positionsbasierten Routingverfahren Teilnehmer effizient, traffic- und energiesparend aufzufinden.

Mobile Teilnehmer im Ad-hoc-Netz

Die Reichweite des Kommunikationsterminals lässt sich durch Nutzung der Smartphones und anderer WLAN-fähiger Geräte der Teilnehmer erheblich erweitern. Die Geräte bauen

mit Hilfe einer Software ein Ad-hoc-Netz auf. Jedes Endgerät in Reichweite mit WLAN und installierter Software kann Teil des Netzes werden und dient dabei gleichzeitig:

- zur Datensammlung (Routenerfassung einzelner Teilnehmer, Personenzahlerfassung der mitlaufenden Gruppe, Einschränkung der Mobilität, geplante Aufenthaltszeit, Altersklasse),
- als mögliches Leitgerät, um die Route des errechneten Fluchtweges anzuzeigen oder den Weg zu den Angehörigen zu weisen,
- zur Datenkommunikation (Empfang von Botschaften der Behörden, Übermittlung von Position und Nachrichten der Angehörigen, Absenden von Notrufen).

7 Theoretische Überprüfung der Eignung an ausgewählten Beispielszenarien

Zur Beurteilung der Tauglichkeit des Konzeptes werden Szenarien entworfen und die Einsatzmöglichkeiten verdeutlicht.

7.1 Erdbeben-Krisengebiet mit zerstörter Kommunikationsinfrastruktur

Rahmenbedingungen: großstädtische Umgebung, die von einer Erdbebenkatastrophe betroffen ist

Vorbereitung

Das betrachtete Gebiet gilt als Erdbebengebiet. Viele der dort lebenden Menschen haben bereits Erfahrung damit. Mit Hilfe einer Erdbebenvorhersage wurde abgeschätzt, dass in nächster Zeit mit einem Beben zu rechnen ist. In Vorbereitung auf das Beben wurden im Gebiet Kommunikationsterminals aufgebaut, um auf einen eventuellen Ausfall der Telekommunikationswege vorbereitet zu sein. Auch eine Leitzentrale mit Rechentechnik für die Simulation und Funkrelais für die Kommunikation unter den Behörden wurde vorbereitet.

Die Anwendung wurde vorher im Stadtgebiet bekannt gemacht. Die Menschen wissen, dass sie mit ihren WLAN Geräten am Aufbau eines Ad-hoc-Netzes teilnehmen können, dass sie im Notfall darüber Notrufe absetzen können und mit wichtigen Informationen versorgt werden. Die Modelle für die Simulationen wurden erarbeitet, dafür wurden auch Rettungsplätze und Gefahrenbereiche erfasst und allgemein bekanntgemacht. Die Bevölkerung wurde über die wichtigsten Verhaltensregeln bei Erdbeben informiert: Es wird empfohlen, während der Erdbebenstöße das Haus nicht zu verlassen und unter besonders stabilen Möbeln Schutz zu suchen, falls man sich nicht in Außentürnähe mit Zugang zu einem offen Platz befindet. Fußgängern wird empfohlen, Stromleitungen, Tunnel, Brücken und Straßenunterführungen zu meiden und Freiflächen aufzusuchen. Sind keine Freiflächen in der Nähe, sollte Schutz unter Hauseingängen gesucht werden.

Beginn des Erdbebens

Bei einer Unschärfe von Erdbebenvorhersagen von einigen Monaten kommt das Erdbeben in jedem Fall überraschend. Die Auswirkungen können lokal sehr unterschiedlich sein und hängen stark von der Bauweise der Gebäude ab. In einigen Gebäuden fallen lediglich Gegenstände aus den Schränken, trotzdem können Menschen in Panik verfallen und eventuell unter Schock stehen. Andere Gebäude stürzen ganz oder

teilweise ein und begraben Menschen unter sich. Trümmerteile oder Dachsteine fallen hinab und verletzen Menschen.

Die Lage nach dem Erdbeben

Die Lage nach dem Erdbeben kann nicht sofort komplett erfasst werden. Menschen sind in Panik, unter Schock oder verängstigt. Es gibt Verschüttete, Verletzte und auch von Toten muss ausgegangen werden. Die Infrastruktur ist erheblich beschädigt, auftretende Erdbewegungen und Unfälle haben Straßen unpassierbar gemacht. Die Rettungskräfte haben es schwer, zu den Einsatzstellen zu gelangen. Es wird davon ausgegangen, dass Stromnetze und Kommunikationswege zu großen Teilen ausgefallen sind. In Industrieanlagen sind Störfälle aufgetreten, zum Teil treten Gefahrstoffe aus. Zerstörte Heizungssysteme, Kurzschlüsse oder austretende Gase verursachen Brände, vereinzelt kommt es zu Explosionen. Mit Nachbeben ist zu rechnen.

Die Lage der Rettungskräfte

Trotz Vorbereitung und Ausbildung sind die Rettungskräfte plötzlich vor nicht alltägliche Aufgaben gestellt. Besonders schwer wiegt der Zeitdruck. Sie müssen ihr Wissen auf die besonderen Erfordernisse der Gefahrenlage adaptieren. Um sich mit anderen Einsatzkräften und Einsatzleitung abzustimmen, muss die Kommunikation aufrechterhalten werden.

Oberste Priorität bei den Rettungsmaßnahmen hat die Evakuierung von Menschen aus Gefahrenbereichen, gleichzeitig müssen Verletzte geortet, geborgen, versorgt und transportiert werden.

Was kann das konzipierte Kommunikationssystem leisten?

Sofern öffentliche Kommunikation noch verfügbar ist, wird diese genutzt, um die Satellitenverbindungen zu entlasten. Es wird davon ausgegangen, dass die Kommunikation per Satellit noch funktioniert. Ad-hoc-Netzwerke werden nicht überall zu Stande kommen oder bis zu den Kommunikations-Terminals reichen. Die Betroffenen haben aber die Möglichkeit, direkt am Kommunikationsterminal per Telefon Notrufe abzusetzen oder sich direkt per WLAN anzumelden und Informationen zu erhalten. An den Stellen, an denen es gelingt ein durchgängiges Netz bis zu den Kommunikationsterminals aufzubauen, kann unter günstigen Umständen eine Reichweite von einigen Kilometern erreicht werden. Die Bevölkerung nutzt die Funktionen des Systems und setzt Notrufe ab, meldet Brände und Verletzte, informiert die Behörden über Infrastrukturzusammenbrüche und lässt sich über den Verbleib von Angehörigen informieren.

Die Behörden können das System nutzen, um die Öffentlichkeit zu informieren, so kann man die Wahrscheinlichkeit von Panikreaktionen in der Bevölkerung senken.

Rettungskräfte können sich, wie oben beschrieben, Leitinformationen des Systems, Art und Ort von Notrufen und Routeninformationen von bestimmten Teilnehmern anzeigen lassen. Informationen über Krisenherde, Gehgeschwindigkeiten von Personen in bestimmten Bereichen und eventuell Daten zur Personendichte können ermittelt werden. Aus diesen Daten können die Behörden Rückschlüsse auf die Situationen im jeweiligen Gebiet ableiten.

Bei Erdbeben müssen Personen aus einsturzgefährdeten Gebäuden und Gefahrenbereichen in der Umgebung von Gebäuden evakuiert werden. Die Feststellung, ob ein Gebäude einsturzgefährdet ist, kann in der Regel nur Fachpersonal vor Ort treffen. Erfahrungsgemäß verlassen jedoch viele Menschen aus Angst die Gebäude. Das System kann die zu evakuierenden Menschen über eine sichere Route zu Rettungs- oder Sanitätsplätzen leiten.

7.2 Großveranstaltung – Silvester am Brandenburger Tor

Rahmenbedingungen

Als Beispiel einer Großveranstaltung soll im Rahmen dieser Arbeit die weltweit größte Silvester-Open-Air Party „Silvester am Brandenburger Tor“ dienen. In Anlehnung an die bestehende Praxis wird von folgendem Szenario ausgegangen:

Diese Veranstaltung erstreckt sich über rund 2 km vom Brandenburger Tor über die Straße des 17. Juni bis hin zur Siegessäule. Showbühnen, internationale Stars, Gastronomie aus aller Welt und das Feuerwerk nach Mitternacht ziehen ca. eine Million Besucher aus verschiedenen Ländern an. Die zahlreichen Attraktionen sorgen dafür, dass sich lokal begrenzt Menschenansammlungen mit besonders hoher Personendichte bilden. Die hohe Dichte sorgt für Unwohlsein und Stress und macht eine freie Wahl des Weges vielerorts unmöglich.

Vorbereitung

Diese Veranstaltung wird jedes Jahr sorgfältig vorbereitet. Ein umfangreiches Sicherheitskonzept wurde erarbeitet und wird immer wieder angepasst. Im Laufe der Jahre wurden umfangreiche Erfahrungen z.B. bezüglich der zu erwartenden Besucherzahlen, der Publikumszusammensetzung, des zu erwartenden Besucherverhaltens und wiederkehrender Probleme gesammelt. Eine gemeinsame Leitzentrale von Behörden und Einsatzkräften ist vor Ort und übernimmt die Koordination der verschiedenen Helfer.

Zu den allgemeinen Vorbereitungen zählt z.B. die Aufforderung der Besucher, mit öffentlichen Verkehrsmitteln anzureisen, um die Überlastung der Verkehrswege zu

vermeiden. Es ist verboten, Feuerwerkskörper und Glasflaschen auf das Festgelände mitzunehmen. Absperrungen und Kontrollstellen ermöglichen die Kontrolle dieses Verbotes. Als Anlaufstelle für Verletzte werden Sanitätsplätze eingerichtet. Die Straßen in der Umgebung des Veranstaltungsgeländes sind für den Individualverkehr gesperrt, um sie als Not- und Rettungswege frei zu halten.



Abbildung 17: Darstellung von gesperrten Bereichen, Not- und Rettungswegen Silvesterfeier 2011 am Brandenburger Tor [27]

Vom Gelände wurde ein Geländemodell erstellt, in dem die Rettungswege und Sanitätsplätze erfasst sind.

Das Gebiet wird mit Kommunikationsterminals versorgt, um die Kommunikation mit der Leitzentrale sicherzustellen. Die Anwendung wurde vorher ausreichend bekannt gemacht, viele Menschen wissen, dass sie mit ihren WLAN Geräten am Aufbau eines Ad-hoc-Netzes teilnehmen können. Es ist bekannt, dass auf diesem Wege Notrufe abgesetzt und im Notfall wichtige Informationen bezogen werden können.

Während der Veranstaltung

Es wird davon ausgegangen, dass die Kommunikation per Satellit zwischen den Kommunikationsterminals nicht benötigt wird, da die öffentlichen, festnetzgebundenen Breitbandverbindungen im Veranstaltungsgebiet gut ausgebaut sind und durch die Großveranstaltung nicht von Überlastung bedroht sind, weil der Großteil der Kommunikation über die mobilen Netze abgewickelt wird. Sollten auch die festnetzgebundenen Breitbandinternetverbindungen überlastet werden, sind die

Kommunikationsterminals darauf vorbereitet und können auf Satellitenkommunikation umschalten.

Die große Anzahl von Teilnehmern sorgt dafür, dass ein Ad-hoc-Netz aufgebaut werden kann. Sollte das öffentliche Mobilfunknetz ausfallen, womit bei einer so hohen Besucherzahl gerechnet werden muss, können auf diesem Wege trotzdem noch Notrufe abgesetzt werden. Das erhöht die Sicherheit der Besucher, da Fachleute damit rechnen, dass pro 100.000 Besucher ca. 300 Personen von Einsatzkräften versorgt werden müssen, ca. 70 sind zu transportieren. Personen, die medizinische Hilfe benötigen, aber in der Lage sind selbständig zum Sanitätsplatz zu gehen, können sich durch das Leitsystem dorthin navigieren lassen, ohne einen Notruf abzusetzen.

Insbesondere dann, wenn die mobilen Netze nicht funktionieren, werden Besucher die Funktion zum Wiederauffinden bekannter Personen nutzen. Man kann mit Hilfe der Applikation Positionen und Nachrichten seiner Angehörigen empfangen und sich mit dem Leitsystem zu ihnen navigieren lassen.

Evakuierung der Veranstaltung bei Gefahr

Es sind verschiedene Ereignisse vorstellbar, die es erforderlich machen, Bereiche des Veranstaltungsgeländes zu räumen. BOS sprechen von einer Evakuierung, wenn es sich um eine geplante Aktion mit längerfristiger Vorbereitungszeit handelt. Auch wenn bei einer Großveranstaltung vorher geplant wird, bei welchen Szenarien über welche Wege die Besucherströme weggeleitet werden sollen, sprechen die Beteiligten in der Regel von einer Räumung. Einerseits besteht das Bestreben, den Gefahrenbereich möglichst schnell zu räumen, andererseits muss vorsichtig vorgegangen werden, um Panikreaktionen zu vermeiden.

Ist die Besucherdichte sehr hoch, ist zu berücksichtigen, dass Besucher sich nicht frei bewegen können und die theoretisch günstigste Route unter Umständen nicht eingeschlagen werden kann.

In diesem Zusammenhang sollen zwei Gefahrenszenarien unterschieden werden, zum einen eine für jeden Besucher erkennbare Gefahr (Brand, Explosion) zum anderen unsichtbare Gefahren (Bombendrohung, absehbare Gefahrenherde z.B. zu hohe Personendichten an Engstellen).

Im ersten Fall muss davon ausgegangen werden, dass die Menschen instinktiv fliehen und bereits auf dem Weg sind, bevor die Leitzentrale steuernd eingreifen könnte. Ist die Besucherdichte zu hoch, darf in diesem Fall einzelnen Personen über ihr Smartphone keine andere Route vorgegeben werden, um Irritationen oder Panikreaktionen zu vermeiden. Nur wenn es unbedingt nötig ist den Fluchtweg zu verändern, sollte der gesamte Besucherstrom gleichzeitig über Lautsprecheransagen zum Umsteuern bewegt werden. Das System könnte aber genutzt werden, um Daten für die Rettungskräfte zu

gewinnen. Gestattet die Besucherdichte die unabhängige Bewegung einzelner Personen, können Fluchtwege durch das System vorgegeben werden und man kann darauf hoffen, dass durch den Schwarmeffekt uninformierte Besucher folgen werden.

Bei einer für den Besucher unsichtbaren Gefahr wird die Notwendigkeit einer Räumung über Lautsprecheransagen bekanntgegeben. Nur wenn keine Lautsprecher vor Ort verfügbar sind und die Personendichte nicht zu hoch ist, sollten die nötigen Informationen über Smartphones verbreitet werden. Ansonsten müssen die Einsatzkräfte vor Ort die Evakuierung mit herkömmlichen technischen Mitteln einleiten.

Datenerfassung bei der Veranstaltung

Wenn genügend Teilnehmer ihre Routeninformationen für die Einsatzkräfte zur Verfügung stellen, können daraus für die aktuelle Veranstaltung Informationen über die Stellen gewonnen werden, an denen sich Personen stauen. Dorthin können frühzeitig Einsatzkräfte geschickt werden, um die Ursache zu ermitteln, wenn möglich zu beseitigen, steuernd einzugreifen oder die Lage zu überwachen. Zu hohe Personendichten und eventuelle Hindernisse können auch direkt von den Besuchern an die Leitzentrale wie unter 6.6.1 beschrieben, gemeldet werden. Werden diese Daten über einen längeren Zeitraum gesammelt, lassen sich bei wiederkehrenden Großveranstaltungen wie bei der „Silvesterparty am Brandenburger Tor“ Optimierungsmöglichkeiten für die Gestaltung des Veranstaltungsgeländes erkennen. Durch Eingabe von Daten durch den Benutzer können wichtige Informationen gewonnen werden, neben Angaben zur Altersstruktur, Gruppengröße und zur Einschränkung der Mobilität können von einer Vielzahl von Teilnehmern die Aufenthaltszeiten erfasst werden.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Als Ergebnis der Literaturrecherche, des Experteninterviews und weiterführender Überlegungen wurde ein Konzept für ein System entwickelt, das insbesondere durch die Nutzung der immer weiter verbreiteten Smartphones neue Möglichkeiten der Kommunikation, Information und Datengewinnung für Bevölkerung, Behörden und Einsatzkräfte in Krisensituationen oder bei Großveranstaltungen schafft. Die Kommunikation mit der Bevölkerung kann durch das Vernetzen von Smartphones über Kommunikationsterminals auch ohne öffentliches mobiles Netz sichergestellt werden. Über die Smartphones hat man einerseits die Möglichkeit wichtige Informationen an die Bevölkerung zu geben, andererseits kann die Bevölkerung Informationen eingeben und Notrufe an die Behörden senden. Die mobilen Endgeräte können außerdem automatisch Daten wie Geopositionen oder Routeninformationen von den Teilnehmern gewinnen und im Falle einer Gefahrensituation als Leitgerät den von der Leitzentrale errechneten Fluchtweg anzeigen.

Das geplante System soll die Funktionen des vom DLR entwickelten EmerT-Portals zukünftig erweitern. Mit diesen zusätzlichen Funktionen kann das Portal Behörden und Einsatzkräften die gewonnenen Informationen bereitstellen, um ihnen ein gemeinsames Bild der Lage in besonders herausfordernden Situationen zu vermitteln. Im Experteninterview wurde angeregt, die Standorte der verschiedenen Behörden darzustellen und eine gemeinsame Gruppenruffunktion für alle Behörden zu schaffen. Beides sollte bei der Erweiterung des EmerT-Portals berücksichtigt werden. Bei der Recherche wurde klar, dass ein technisches System nach heutigem Stand der Technik nur eine Ergänzung und Unterstützung bleiben wird. Speziell in Krisensituationen ist es aus Sicherheitsgründen erforderlich, Schlüsselfunktionen wie die Kommunikation und die Datengewinnung auf verschiedenen Wegen zu gewährleisten, da mit dem Ausfall einzelner Wege gerechnet werden muss.

Die vollständige Entwicklung von der Konzeption bis hin zur detaillierten technischen Umsetzung ist im Rahmen einer solchen Arbeit nicht abschließend zu behandeln. Allein die Entwicklung oder Adaption einer Simulationssoftware, die Personenströme vorrausschauend berechnet und Rückschlüsse auf geeignete Fluchtwege zulässt, erfordert einen sehr hohen zeitlichen Aufwand, was Projekte wie Hermes oder Repka zeigen. Das EmerT-Portal verwendet eine Webschnittstelle, ist also im aktuellen Entwicklungsstadium nur über das Internet erreichbar. Das Funktionieren des mobilen und festnetzgebundenen Internets kann im Katastrophenfall oder bei Großveranstaltungen nicht immer vorausgesetzt werden. Zur Lösung dieses Problems sind verschiedene Strategien denkbar. Zum einen könnten alternative Funkwege (WiMAX, Nutzung von Ad-hoc-Netzen, eigene UMTS-Zellen) oder auch in begrenztem Umfang

über Satellitenkommunikation genutzt werden. Die weitere Bearbeitung dieser Fragestellung ist für die endgültige Entwicklung noch erforderlich.

Bei der Literaturrecherche zeigte sich aus dem Fundamentaldiagramm, dass Gruppengrößen, Geschwindigkeiten und die Personendichte voneinander abhängig sind. Gruppengröße und Geschwindigkeiten können mit Hilfe der Smartphones gewonnen werden. Die Personendichte liefert besonders wertvolle Informationen über kritische Stellen bei Evakuierungen, Katastrophen und Großveranstaltung. Insbesondere die Planung zukünftiger Großveranstaltungen kann davon profitieren. Daher sollten praktische Versuche unternommen werden, um die Qualität der gewonnenen Daten bewerten zu können.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass durch mobile Endgeräte zahlreiche Funktionen realisierbar sind, die bei der Bewältigung von Krisensituation helfen können. Fachleute, denen das System vorgestellt wurde, schätzten ein, dass ein solches System sie bei der Bewältigung ihrer komplexen Aufgaben wirksam unterstützen könnte.

9 Literaturverzeichnis

- [1] A. Gohr, Diplomarbeit "Spontane Wireless LANs" Fachhochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, 2004.
- [2] A. Blase, „Vereinigung für Stadt-, Regional- und Landesplanung“ 2007.
[Online]: http://www.srl.de/dateien/dokumente/de/fu_g_ngerleitsysteme_-_warum_man_sie_braucht_und_was_zu_beachten_ist_.pdf. [Zugriff am 15.07.2012].
- [3] C. Rogsch, „Vergleichende Untersuchungen zur dynamischen Simulation von Personenströmen“ 2005.
[Online]: https://juwel.fz-juelich.de:8443/dspace/bitstream/2128/483/1/juel_4185_rogsch.pdf. [Zugriff am 17. Juni 2012].
- [4] Bundesministerium für Bildung und Forschung(BMBF); Referat Sicherheitsforschung, „Forschung für die zivile Sicherheit“ 2009. [Online]:
http://www.bmbf.de/pub/schutz_rettung_von_menschen.pdf. [Zugriff am 14. Juni 2012].
- [5] H. Hamacher, „Innovative Konzepte für sichere Großveranstaltungen“ 2012.
[Online]: http://www.bmbf.de/pubRD/B2-II_Hamacher_Horst_Praesentation_2012.pdf. [Zugriff am 20. Juni 2012].
- [6] Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, „VABENE“ 2012.
[Online]: <http://vabene.dlr.de/Emert/EmerT.html>. [Zugriff am 10. Juli 2012].
- [7] Umweltbundesamt, „Anzahl der großen Naturkatastrophen 1950-2008“ 2009.
[Online]: <http://www.umweltbundesamt.de/klimaschutz/bilder/naturkatastrophen.gif>. [Zugriff am 21.09.2012].
- [8] genua mbh, „genua mbh - IT Security “ 2012.
[Online]: <http://www.genua.de/produkte/index.html>. [Zugriff am 12. Juli 2012].
- [9] Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS, 2011. [Online]:
http://www.iis.fraunhofer.de/Images/KOM_NAVI_MAL-1000564-103-1102_Lokalisierung%20in%20Kommunikationsnetzen_tcm182-72456.pdf. [Zugriff am 14. Juni 2012].
- [10] Swissphone Telecommunications GmbH, „Blickle& Scherer Kommunikationstechnik“ 2012.
[Online]: <http://www.bsk-world.de/productbos.aspx?DeDeContentWebID=31cd4e1c-25c3-4126-b6e9-170b7a3ab510>. [Zugriff am 6. Juli 2012].
- [11] Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz Schweiz, „Die Planung von kleineren Evakuierungen“ 2011. [Online]:
<http://www.bevoelkerungsschutz.admin.ch/internet/bs/de/home/dokumente/Ereignisbewaeltigung/evakuierung.parsys.91284.DownloadFile.tmp/planungevakuierungen20110707d.pdf>. [Zugriff am 11. Juli 2012].

- [12] Nationale Alarmzentrale im Bundesamt für Bevölkerungsschutz Schweiz, „Einsatzkonzept für den Fall eines Erdbebens in der Schweiz“ 2005. [Online]:
https://www.naz.ch/de/downloads/einsatzkonzept_erdbeben.pdf. [Zugriff am 08 Juli 2012].
- [13] Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, „Erdbebengefährdung in Deutschland“ 2007. [Online]:
<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/geologie/9817.htm>. [Zugriff am 08 Juli 2012].
- [14] IT2media GmbH & Co. KG, „MobileWALK REPKA“ 2011. [Online]:
<http://www.appbrain.com/app/mobilewalk-repka/de.it2media.mobile.MobileWALKIk-repka/de.it2media.mobile.MobileWALK>. [Zugriff am 21 09 2012].
- [15] Bundesamt für Strahlenschutz, „Moderne Kommunikationstechnologien - Bluetooth und WLAN“ 2006. [Online]:
http://www.bfs.de/de/bfs/publikationen/broschueren/elektromagnetische_felder/moderne_kommunikation/Bluetooth_WLAN.html. [Zugriff am 27 Juni 2012].
- [16] Open GPS Tracker, „Open GPS Tracker“ 2012. [Online]:
<http://code.google.com/p/open-gpstracker/>. [Zugriff am 2012 Juni 24].
- [17] droidnet.de, „Open GPS Tracker - App zum Aufzeichnen von Routen mit Android“ 2010. [Online]: <http://page.droidnet.de/de/android/open-gps-tracker-app-zum-aufzeichnen-von-routen-mit-android.html>. [Zugriff am 09 21 2012].
- [18] Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, „Sicherheit bei Großveranstaltungen: Wo stehen wir in Deutschland?“ 2011. [Online]:
http://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/BBK/DE/2011/Sicherheit_beiGV.html. [Zugriff am 10 Juli 2012].
- [19] M. Landwehr, „Bundesministerium für Bildung und Forschung“ 2012. [Online]:
http://www.bmbf.de/pubRD/B2-II_Landwehr_Michael_Praesentation_2012.pdf. [Zugriff am 21 09 2012].
- [20] D. Oberhagemann, „Statische und dynamische Personendichten bei Großveranstaltungen“ 2012. [Online]: http://www.vfdb.de/download/TB_13_01_Grossveranstaltungen.pdf. [Zugriff am 15 Juli 2012].
- [21] K. u. A. Projekt Repka- Regionale Evakuierung: Planung, „Repka Evakuierung“ 2012. [Online]: <http://www.repka-evakuierung.de>. [Zugriff am 11 Juli 2012].
- [22] G. Ubenauf, „Sicherheit.info Das Online-Portal von Protector und W&S“ 2012. [Online]:
[http://www.sicherheit.info/SI/cms.nsf/Sessions/4309818-205557/\\$file/P_7-8_10_18_19_ubenauf.pdf](http://www.sicherheit.info/SI/cms.nsf/Sessions/4309818-205557/$file/P_7-8_10_18_19_ubenauf.pdf). [Zugriff am 10 Juli 2012].

- [23] I. Walter, „Quarks & Co Der schlaue Schwarm“ 2007. [Online]:
http://www.wdr.de/tv/quarks/sendungsbeitraege/2007/0410/002_schwarm.jsp.
[Zugriff am 20 Juni 2012].
- [24] Kaiserslautern, Referat Feuerwehr und Katastrophenschutz Stadt, Rheinland-Pfalz 2010.
[Online]:http://www.isim.rlp.de/fileadmin/ism/downloads/2010_Feuerwehr/Notruf_Abfrage_ILtS_KL_09_0201.pdf. [Zugriff am 2 Juli 2012].
- [25] Interpol, „Disaster Victim Identification Guide“ 2009.
- [26] P. Schnabel, „Elektronik-Kompendium“ 2008. [Online]:
<http://www.elektronik-kompendium.de/sites/net/0610051.htm>. [Zugriff am 1 Juli 2012].
- [27] berliner-silvester.de, „Polizeiliche Hinweise zu Silvesterfeier auf der Straße des 17. Juni“ 2011. [Online]: <http://www.berliner-silvester.de/erleben/2256440-990367-hinweise-zu-silvesterfeier-auf-der-stras.html>. [Zugriff am 10 Oktober 2012].

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anzahl der großen Naturkatastrophen zwischen 1950 und 2008.....	4
Abbildung 2: Erdbebenzonenkarte für Deutschland, Österreich und die Schweiz	7
Abbildung 3: Darstellung des Zusammenhangs zwischen der Wahrscheinlichkeit auf Lebendrettung in Abhängigkeit von der Zeit, der Art der Verletzung und des Baumaterials des Gebäudes.....	9
Abbildung 4: Schematische Darstellung einer Evakuierung.....	12
Abbildung 5: Displayscreenshots der Software MobileWALK für mobile Endgeräte.....	17
Abbildung 6: Mikosimulation – Prognose des Fußgängerverhaltens	19
Abbildung 7: Makrosimulation – optimale Wegeführung	19
Abbildung 8: Ansicht „aktueller Zustand“	20
Abbildung 9: EmerT-Portal mit erfasster Verkehrslage in Bonn.....	22
Abbildung 10: Ein als Subnetz konfiguriertes mobiles Ad-hoc-Netzwerk mit 5 mobilen Knoten.....	26
Abbildung 11: Darstellung der möglichen Übertragungswege	29
Abbildung 12: Grundsätze der Konzeption und Gestaltung für Fußgängerleitsysteme.....	31
Abbildung 13: Handyscreenshots von Open GPS Tracker	35
Abbildung 14: Darstellung von Personendichten.....	36
Abbildung 15: Fundamentaldiagramm für Gruppen	37
Abbildung 16: Darstellung des Systemkonzepts	42
Abbildung 17: Darstellung von gesperrten Bereichen, Not- und Rettungswegen Silvesterfeier 2011 am Brandenburger Tor	64

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Frequenzbereiche von WLAN und zugeordnete zulässige Sendeleistungen...	24
Tabelle 2: Gefährdung und Möglichkeiten bei verschiedenen Personendichten.....	36
Tabelle 3: Verbindungen und Schnittstellendefinition.....	42
Tabelle 4: Vergleich von klassischen Leitsystemen und dem geplanten System auf mobilen Endgeräten	49
Tabelle 5: Auswahlmenü zur Meldung von Infrastrukturzusammenbrüchen	53

12. Anlagenverzeichnis

1	Gestaltungsgrundsätze für Fußgängerleitsysteme.....	2
2	Eingabeparameter für Evakuierungs-Simulationsprogramme	3
3	Notrufabfrage der integrierten Leistelle Kaiserslautern	4
4	Interview am Brandenburgerstag.....	8
5	Notruferfassung über ein mobiles Endgerät	17

1 Gestaltungsgrundsätze für Fußgängerleitsysteme

Lesbarkeit, Schrift, Farbe und Kontrast

„Je größer die Schrift und je besser der Kontrast, desto mehr Personen können die Wegweisung komfortabel nutzen.“

Die Größe der Schrift sollte auf Pfeilwegweisern mindestens 45mm betragen. Auf ausreichenden Kontrast soll geachtet werden (hell auf dunkel, dunkel auf hell). Auch mögliche Farbfehlsichtigkeiten sind zu beachten. Die Farbe, Form und die äußeren Gestaltungsmerkmale sollten die Wahrnehmbarkeit unterstützen.[2]

Einsatz von Pfeilwegweisern

Das Weisen der Richtung durch ausgerichtete Schilder bzw. Pfeile ist in Fußgängerleitsystemen notwendig. Die Konstruktion der Schilder sollte eine exakte Richtungsanweisung ermöglichen. [2]

Anzeige von Distanzen und Barrieren

„Fußgänger zeichnen sich durch Individualität aus. Die einzelnen Personen sind entsprechend ihrer körperlichen Fähigkeiten mehr oder weniger empfindlich gegenüber Distanzen und Barrieren!“ [2]

Falls Barrieren auf einer Route liegen, müssen sie gekennzeichnet werden, sie sollten durch Alternativrouten umgangen werden können.

Einsatz von Piktogrammen

„Piktogramme müssen selbsterklärend sein, oder eine gesellschaftlich bekannte Symbolbedeutung besitzen!“[2]

Sie dienen dazu, Ziele näher zu spezifizieren, sie für fremdsprachige Gäste zu verdeutlichen und bei räumlicher Zielkonzentration Ziele auszuweisen, ohne sie zu nennen.

Kontinuität und Zielbestätigung

Eine einmal vorgegebene Route soll beibehalten werden und in jeder folgenden Wegweisung aufgenommen werden. Das Ziel und dessen Erreichen soll sichtbar gemacht werden, wenn nötig ist eine Objektbeschilderung anzubringen. [2]

2 Eingabeparameter für Evakuierungs-Simulationsprogramme

Personeneingabe:

- Angaben zur Personengröße (Größe, Schulterbreite, Brustbreite, Umfang)
 - Geschwindigkeiten und Alarmzeiten
 - psychologisches Verhalten (z.B. Verhalten bei Toxizität, Trödelwahrscheinlichkeit)
 - Personenanzahlen und Zuweisungsmöglichkeit für Bereiche, in denen sich Personen verteilen können
 - Personengruppendefinitionen und Zuweisung gemeinsamer Eigenschaften sind möglich
- Zusätzlich erlauben einige dieser Programme die Zufallsgenerierung dieser Werte durch die Eingabe von Minimal/Maximalwerten und damit die Schwankungsbreiten in der Normalverteilung.

Einige Programme ermöglichen die Auswahl verschiedener Simulationsmodi für „Komfort“, „Entfluchtung“ und „Gefahr“, die Auswirkungen auf die Personenbewegungen haben. [3]

Eingabe des Geländes

- „Innen“ und „Außen“ können definiert werden, oft sind die Programme für Gebäudeevakuierungen konzipiert und definieren „Außen“ automatisch als sicheren Bereich
 - Komponenten wie Türen, Hindernisse, Sitzreihen können eingefügt werden
 - Wege und Ausgänge und ihre jeweiligen Kapazität können definiert werden
- [3]

3 Notrufabfrage der integrierten Leistelle Kaiserslautern

Wo ist die Einsatzstelle

Ziel ist es eine möglichst genaue Ortsangabe zu erfragen, das kann durch verschiedene Angaben erfolgen:

- Ort, Straße, Hausnummer
- Bei Straßen oder Bahnstrecken: Bezeichnung der Strecke/Straße, Fahrtrichtung und Kilometerangabe
- Zusätzliche Informationen: 2. Stock, Hinterhof, besondere Gefahren oder Hindernisse [24]

Was ist passiert?

Aufgrund der Anruferangaben wird zunächst das Geschehen nach Einsatzarten klassifiziert:

- **B** = Brandeinsätze
- **V** = Verkehrsunfälle
- **G** = Gefährliche Stoffe
- **E** = Einsätze, sonstige
- **P** = Personen in Zwangslage
- **M** = Medizinische Einsätze

Klassifizierung der Einsatzarten; [24]

Nach der Vorauswahl wird der Einsatz genauer spezifiziert. Die Vorauswahl soll helfen, gezielt weiterfragen zu können. Handelt es sich um ein Doppelereignis (Verkehrsunfall mit Brand), ist das höherwertige Einsatzmittel einzuplanen. [24]

Brand-Einsatz

Fragen, die z.B. zur Klassifizierung eines Brand-Einsatzes gestellt werden:

Was brennt?

Ausmaß des Brandes?

Sind Personen betroffen?

Nach Beantwortung dieser Fragen werden Kategorien zugeordnet und die Einsatzmittel entsprechend disponiert:

Brandeinsätze			
B1	B2	B3	B4
Flächenbrand	Großfahrzeugbrand	Allgemeiner Brand	Brand Flüssiggastank
Containerbrand	Waldbrand	Zimmerbrand	Personen eingeschlossen
Mülltonnenbrand	(BMA)	Wohnungsbrand	Lagerhallenbrand
Pkw-Brand	Einzelgaragen	Bombendrohung	Großbrand
Kleinbrand	Nebengebäude ohne	BMA	Explosion
Brandnachschaue	Wohnnutzung	Eisenbahnbrand	Brand Tankzug
Kaminbrand			Flugunfall
Bodenfeuer im Wald			

Klassifizierung eines Brandeinsatzes; [24]

Verkehrsunfälle

Fragen zur Klassifizierung eines V-Einsatzes:

Gibt es Verletzte? (Falls ja erfolgt weitere Abfrage wie bei medizinischem Einsatz)

Wie viele Fahrzeuge sind beteiligt? Welche Fahrzeuge sind beteiligt? Sind Personen eingeklemmt? Laufen Flüssigkeiten aus?

Kategorien:

Verkehrsunfälle				
V1	V2	V3	V4	VS
Unklare Lage	Eine Person eingeklemmt	Mehrere Personen eingeklemmt	Massenunfall	Alarmmäßiges Heben und bewegen schwerer Lasten
auslaufende			Busunfall	
Betriebsstoffe			Bahnunfall	
nach VU			Gebäudeeinsturz	LKW-Unfall

Klassifizierung von Verkehrsunfällen; [24]

Gefährliche Stoffe

Fragen zur Klassifizierung eines G-Einsatzes :

Sind Personen betroffen? (Falls ja erfolgt weitere Abfrage wie bei medizinischem Einsatz)

Welche Stoffe treten aus?

Menge der freigesetzten Stoffe? Größe der Behältnisse?

Welche Fläche ist betroffen?

Kategorien:

Gefährliche Stoffe					
GG1	GG2	GAS 1	GAS 2	GG5	GRS
Ölspur	ausl. Betriebsstoffe > 50l	undefinierbarer Geruch	Gasaus- strömung	Gefahrstoff- unfall	Strahlenschutz- einsatz
undichter Kfz Tank	Betr.-Stoffe in Gewässern	Gasgeruch			

Klassifizierung eines Einsatzes wegen Gefahrstoffen; [24]

Fragen zur Klassifizierung eines E-Einsatzes :

Sind Personen betroffen? (Falls ja erfolgt weitere Abfrage wie bei medizinischem Einsatz)

Sind Tiere in Gefahr?

Sind Sachwerte betroffen?

Welche Sachwerte sind betroffen?

Kategorien:

Einsätze, sonstige				
EHU	EHH	ETR	EIUK	EIN
Hubschrauber-Außenlandung	Hubschrauberlandung Feuerwache	Tierrettung	Führungsunterstützung	Wespen Hornissen

Einsätze, sonstige			
ENR	EKL	ETF	ESI
nicht zeitkritisch, nach Rücksprache mit dem Leitungsdienst	Türöffnung Wasserschaden	Fundtier herrenlose Tiere	Brandsicherheitswache
Personensuche	umgestürzter Baum	Kadaverbeseitigung	
Notfallseelsorger	Sturmschaden		
SBE-Team	Hochwasser		

Klassifizierung eines sonstigen Einsatzes; [24]

Personen in Zwangslage

Mögliche Fragen zur Klassifizierung:

Wie viele Personen sind in Gefahr? (Weitere Abfrage wie bei medizinischem Einsatz)

Welche Art der Gefährdung liegt vor?

Sind weitere Stellen informiert?

Kategorien:

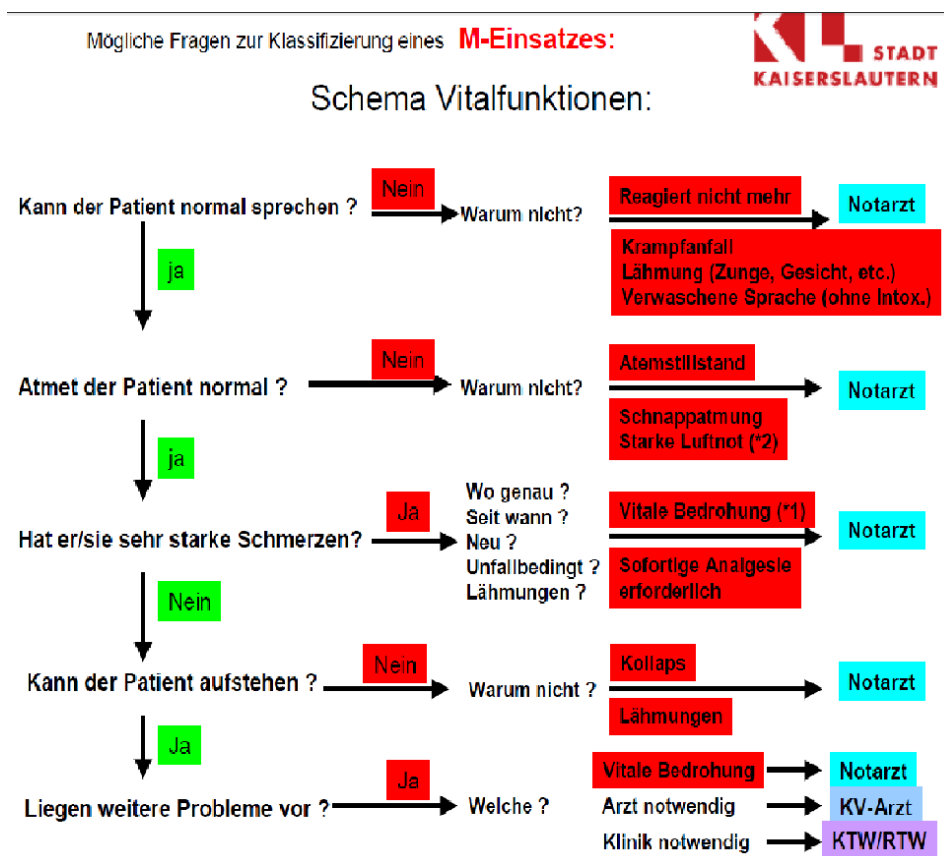
Person in Zwangslage			
PIZ 1	PIZ 2	PHTS	PWES
Person in Aufzug	Person in Zwangslage	Person droht mit Sprung	Wasserrettung
Notfalltüröffnung	Hilfeleistung bei einem M-Einsatz	Rettung aus Höhen und Tiefen	Eisrettung
Tragehilfe Rettungsdienst			

Klassifizierung eines „Person in Zwangslage Einsatzes; [24]

Medizinische Einsätze

Die Abfrage bei medizinischen Einsätzen ist aufwendiger und differenzierter.

Ablaufschemas helfen bei der Auswahl der richtigen Rettungsmittel. Wahrscheinliche Ursachen werden durch Abfrage und Klassifizierung verschiedener Schmerzsyndrome und Leitsymptome zugeordnet, erste Hinweise für Sofortmaßnahmen gegeben und entschieden, ob der Notarzt kommen sollte.



Schema zur Abfrage der Vitalfunktionen; [24]

Wie viele Verletzte?

Die Beantwortung dieser Frage ist wichtig für Art und Anzahl der zu disponierenden Rettungsmittel.

Wer meldet den Notfall?

Name von Anrufer und Patienten werden abgefragt.

Telefonnummer des Anrufers wird für Rückfragen aufgenommen.

Warten auf mögliche Rückfragen oder Anweisungen z.B.:

- Anweisung zur Hilfeleistung
- absichern der Unfallstelle
- warten und bemerkbar machen bei Rettungskräften
- entfernen aus dem Gefahrenbereich [24]

4 Interview am Brandenburger Tag

Das Interview wurde im Rahmen der Bachelorarbeit am 01.09.2012 von 14:15 - 15:15 Uhr beim Brandenburg-Tag 2012 in Lübbenau im Umfeld der technischen Einsatzleitung durchgeführt.

Befragt wurden:

1. Stellvertretender Stadtbrandmeister Lübbenau
2. Kreisbrandmeister Landkreis Oberspreewald-Lausitz
3. Verantwortlicher für Kommunikation, Sachbearbeiter Landratsamt Rettungsdienst und Katastrophenschutz, lizenzierter Funkamateurl und Kreisausbilder Funk.

Die Interviews wurden während des Einsatzes durchgeführt, nicht alle Interviewpartner standen durchgehend zur Verfügung. Welcher Interviewpartner welche Aussagen gemacht hat, wurde nur in den Fällen gekennzeichnet, in denen sich die Antworten wesentlich unterschieden. Anmerkungen zum besseren Verständnis wurden in Klammern gesetzt.

Datenerfassung

Welche Informationen über die Menschen Ihres Einsatzgebietes sind für Sie besonders wichtig?

Für uns ist von Interesse:

Wie viele Besucher werden kommen? Gerechnet wird mit 100.000 Besuchern an beiden Tagen.

Wo halten sie sich auf? Kommen sie mit Pkw oder Zug?

Sind Behinderte oder Rollstuhlfahrer dabei (eventuell besonders viele oder wenige)?

Kommen sie durch die Menschenmassen und durch den Ort?

Werden die festgelegten Rettungswege eingehalten?

Welche Informationen über Ihr Einsatzgebiet sind für Sie besonders wichtig?

Die Struktur des Ortes: In Lübbenau gibt es eine Trennung in verschiedene Ortsteile, es gibt Wasserstraßen, die von Bedeutung sind und die Verbindung der Ortsteile beeinflussen.

Wie kommen die Einsatzkräfte in welcher Zeit wohin?

Wie kann ich meine Einsatzkräfte in das Einsatzgebiet bringen oder Menschen herausholen?

Wie ist die Bebauung, sind es massive Häuser, haben sie Weichdächer, oder Hartdächer (im Falle eines Brandes)? Bei Hochwasser: Was kann beschädigt werden? Kenntnisse über die Kanalisation sind von Bedeutung.

Wie viele Einsatzkräfte stehen wo zur Verfügung? Lübbenau hat z.B. eine Feuerwehr mit 13 oder 14 Ortswehren. Wichtig ist, dass die Einsatzleitung sich im Vorfeld Gedanken macht: Wo werden welche Kräfte gebraucht? Wo ist ein günstiger Standort für welche Maßnahmen? Welche Einsatzkräfte sind auf Grund ihrer Technik und Ausbildung zu welchen Maßnahmen in der Lage?

Wie werden diese Informationen gegenwärtig gewonnen?

Diese Daten werden im Vorfeld erfasst. In der territoriumsbezogenen Einsatzplanung werden diese Kriterien erfasst und Überlegungen angestellt: Was kann man machen, wenn was wo ist? Welches Schadensszenario kann eintreten? Welche Einsatzkräfte habe ich sofort und welche kommen später (weil sie auch arbeiten sind)?

Der Feuerwehrführer sitzt im Lagezentrum und kennt die Zahlen der Feuerwehren, Einwohner und Ortswehren. Er weiß, welche Technik sie haben, wozu sie in der Lage sind und kann die Einsatzbereitschaft einschätzen.

Auf welchen Wegen werden Meldungen oder Rückmeldungen der Bevölkerung/Besucher erfasst?

Meist nur über den Notruf. Konzepte wie das Einsammeln von Rückmeldungen von der Bevölkerung über Twitter z.B. wurden hier noch nicht erprobt.

Bei dieser Veranstaltung bewegen sich Kräfte des Ordnungsamtes und der Hilfsorganisation DRK flächendeckend im gesamten Einsatzgebiet, um mögliche Probleme zu erfassen und darauf zu reagieren. Auch der Notarzt ist vor Ort.

Kommunikation

Wie sind gegenwärtig die Kommunikationsabläufe bei Großveranstaltungen oder Katastrophen zwischen den verschiedenen Sicherheitskräften und Leitzentrale?

Für große Veranstaltungen wird ein Stab gebildet, dort sind alle Organisationen beteiligt. Die Organisationen sind Feuerwehr, Polizei, Bürgermeisteramt, Rettungsdienste, Sicherheits- und Ordnungsdienst und der Veranstalter. Im Stab(Lagezentrum) laufen alle Informationen zusammen. Der Stab ist über Telefon und Funkgerät mit der Außenwelt verbunden. Sie arbeiten mit Rechnern-speziell für den Brandenburg-Tag wurde ein System gemietet, das ein gemeinsames Arbeiten aller Beteiligten ermöglicht. Weiterhin wird mit Lageplänen und teilweise mit Livevideos gearbeitet. Kommt ein Funkspruch, weil etwas passiert ist, ist die Aufgabenverteilung in den meisten Fällen klar, wenn nötig sprechen sich die Beteiligten ab und entscheiden gemeinsam. Der Einsatzleiter informiert, welche Einsatzmittel benötigt werden und alarmiert die Einsatzkräfte.

Wie wird die Alarmierung und Information der Bevölkerung vor, während und nach der Räumung einer Großveranstaltung gewährleistet?

Würde bei dieser Veranstaltung über Durchsagen auf den Bühnen und durch Lautsprecherdurchsagen aus Einsatzfahrzeugen gewährleistet.

Wie versucht man heute ausfallenden Kommunikationsnetzen vorzubeugen?

Es werden eigene BOS-Funknetze über Relaisstellen an verschiedenen Orten aufgebaut. Sie sind aufgeteilt in verschiedene Kanäle, z.B. bei dieser Veranstaltung 3 Kanäle, damit die Kommunikation der unterschiedlichen Einsatzkräfte voneinander getrennt ist. Wir (die Feuerwehr) können nicht direkt mit der Polizei kommunizieren, haben eine direkte Verbindung zum Lagezentrum und damit indirekt zu den anderen Einsatzkräften über das normale 4m Band.

In zweiter Linie wird auch das Handy benutzt, wobei das bei Großveranstaltungen wegen möglicher Überlastung der Netze nicht die richtige Variante ist. Manchmal kommt auch jemand persönlich vorbei.

Wie wichtig ist die Sicherheit der Kommunikationswege?

Im Moment benutzen wir unverschlüsselten Analogfunk, jeder mit einem Scanner für 20 Euro kann mithören und das wird auch gemacht. Im Jahr 2014 soll perspektivisch auf Digitalfunk umgeschaltet werden, mit doppelter Verschlüsselung durch eine Kryptokarte, die nach heutigen Kenntnissen von Unbefugten zumindest nicht in Echtzeit zu entschlüsseln ist.

Wir hoffen darauf, dass der Digitalfunk ausfallsicherer ist. 100% Ausfallsicherheit haben wir gegenwärtig nicht. Wir haben zwar eigene Funknetze, aber bei früheren Veranstaltungen und auch bei Waldbränden in den letzten Jahren war die Kommunikation nicht zu 100% gewährleistet. Das liegt auch an fehlenden Geldmitteln, technisch wäre mehr möglich.

Schlagwort: „Führung erfordert Verbindung“. Wenn ich von hier führen will, egal welche Einsatzkräfte und ich kann mit denen nicht sprechen, dann ist meine Führung gestorben, bevor ich angefangen habe. Dann können keine Maßnahmen eingeleitet werden. Zur Not kann man noch einen „Melder“ durch die Gegend schicken, aber das dauert zu lange und genügt meistens nicht.

Wie häufig sind laut Ihrer Erfahrung Zusammenbrüche der Kommunikationswege bei verschiedenen Szenarien? Gibt es für Großveranstaltungen Erfahrungswerte in Abhängigkeit von der Besucherzahl?

Ab ca. 100.000 Menschen kann man die öffentlichen mobilen Netze meist nicht mehr benutzen. In unserer Region gibt es das nur bei Rennen oder Konzerten im Lausitz- Ring.

Existieren standardisierte Schnittstellen zur Kommunikation zwischen Einsatzkräften und Leitzentrale/ Führungskräften?

Es werden gleiche Funkgeräte mit gleicher Wellenlänge/Frequenz und bestimmtem Kanal verwendet. Es gibt einen Funkstandard (Funkdisziplin), man verwendet eine bestimmte Sprache, meldet sich „ordentlich“ an etc..

Es existieren redundante Leitzentralen, die Leitzentrale in Cottbus ist beispielsweise mit der in Frankfurt/ Oder kompatibel. Wenn eine ausfällt, kann die andere weitermachen, das soll zukünftig landesweit ausgebaut werden.

Wie weit werden integrative Ansätze bereits genutzt?

Ist prinzipiell bei dieser Veranstaltung der Fall, Kommune, Rettungsdienst, Polizei, Feuerwehr, sitzen an einem Tisch in der Stabstelle und benutzen ein gemeinsames System. Sie sehen gemeinsame, mit einem Beamer an die Wand projizierte Informationen über die aktuellen Einsätze (Was, Wann, Wo, Wer, Status).

Die Feuerwehr Dienst-Vorschrift 100 „Führung und Leitung im Einsatz“ (gewährleistet sowohl die länderübergreifende Zusammenarbeit als auch die Zusammenarbeit mit anderen Organisationen durch ein standardisiertes Führungssystem).

Abläufe und Organisation heute

Welche vereinbarten Abläufe existieren im Falle einer plötzlichen Gefahrensituation?

Im Vorfeld wurden bestimmte Szenarien durchdacht: Was kann eintreten? Was macht man bei Brand, Was bei Überfüllung? Wo sind die Engstellen? Wo leiten wir die Besucher entlang? Wo sollten die Einsatzkräfte positioniert werden?

Es existiert ein Sicherheitskonzept und es gibt Vorschriften. Wenn mit 100.000 Menschen gerechnet wird, muss es bestimmte Anzahlen von Rettungskräften geben. Es gibt ein Rettungsdienstkonzept, die Feuerwehr erstellt ein Konzept, dazu wird ein Kommunikationskonzept erarbeitet und daraus entsteht ein gemeinsames Konzept.

Wie erfolgt die Alarmierung der Einsatzkräfte und wer trifft die Vorauswahl?

Je nach Schadenslage wird meist die Leitzentrale alarmiert. Die Einsatzkräfte im Festgebiet stehen zur Verfügung und werden über Funk alarmiert. Im Normalfall werden die Einsatzkräfte über Alarmrufempfänger, also über ein digitales Netz, informiert. Bei der Feuerwehr gibt es eine Alarm- und Ausrückordnung. Dort ist festgelegt, was die Feuerwehr bzw. der Wehrführer machen muss, welche Fahrzeuge und welche Kräfte alarmiert werden.

Für diese Veranstaltung wurde festgelegt, bei welchem Ereignis wer wann wohin fährt und welche Ortsteilfeuerwehr wo positioniert ist. 5-6 Fahrzeuge stehen im Stadtgebiet verteilt.

Die meisten stehen am Gerätehaus Lübbenau, um auch außerhalb des Ortes z.B. auch auf der Autobahn sofortiges Eingreifen zu ermöglichen. Die Feuerwehr der Nachbarstadt Vetschau wurde mit einbezogen, falls Ereignisse auftreten, die die eigenen Möglichkeiten übersteigen.

Wenn ein Anruf im Lagezentrum ankommt, ist meistens klar, welche Einsatzkräfte zuständig sind, das ergibt sich aus den Inhalten. Sie werden entweder direkt im Lagezentrum abgearbeitet oder, wenn sie Brandschutzdienst oder Rettungsdienst betreffen, zur technischen Einsatzleitung weitergeleitet. Weil das Computersystem für den Brandenburg-Tag gemietet wurde, wird die Meldung im Normalfall immer über das System ankommen. Nur wenn das System nicht funktioniert, kommt die Meldung über Funk. Wenn die Möglichkeit besteht, werden wir auch ein Datennetz benutzen.

Wie werden Zuständigkeiten vereinbart und Maßnahmen geplant?

Bei Großereignissen:

Zuständig ist immer der Einsatzleiter, bei einem Massenanfall von Verletzten der leitende Notarzt, bei Brandschutz/Brandwehr der örtliche Wehrführer oder, wenn der nicht in der Lage ist, der Kreisbrandmeister. Die Zuständigkeiten sind immer klar geregelt. Zusätzlich ist immer zunächst der örtliche Aufgabenträger (Bürgermeister beim Brandenburg-Tag), auf dessen Territorium es stattfindet, beteiligt.

Im Sicherheitskonzept ist festgehalten:

Welche Maßnahmen müssen ergriffen werden? Welche Kräfte braucht man? Welche Technik braucht man, um diesem oder jenem Schadensereignis zu begegnen?

Festgehalten wird, wer (Feuerwehr, Polizei, THW, DRK, örtliches Ordnungsamt) welche Funktion übernimmt und was bei den verschiedenen Szenarien zu tun ist.

Haben sich durch Ereignisse wie z.B. bei der Loveparade oder Terroranschläge Veränderungen ergeben? (Gemeinsame Kommunikationsplattformen, Ausbildungen)

Veränderung durch Loveparade und Terroranschläge:

(2): Eigentlich nicht, wir planen immer so, dass wir alle möglichen Kriterien ins Kalkül ziehen, damit nichts passiert. Man kann das schlecht vergleichen. Die haben nicht bedacht, dass so viele Menschen kommen und der Festplatz mit dem Nadelöhr ungeeignet ist. Dann waren sie plötzlich überfordert. Das wird hier nicht eintreten, weil wir genügend Wege zum Ausweichen haben.

(1): Klar, Loveparade und Terroranschläge sind in den Köpfen und man versucht, die Sachen, die dort schief gegangen sind, zu bedenken. Man lernt auch aus fremden Fehlern. Terroranschläge gehen eher in die Richtung Zivil- und Katastrophenschutz. Dort sind entsprechende Gespräche geführt worden, Auswirkungen bis in die kleinsten

Einheiten, hatte das jedoch nicht. In den Ausbildungen hat sich von der Einsatztaktik nichts verändert. Das Risiko für Terroranschläge im ländlichen Raum wird von uns als sehr gering eingeschätzt, da sind wir nicht die Zielgruppe.

Nachfrage zum Umgang mit einer Bombendrohung:

Wir haben keine andere Taktik als sonst und bilden nicht anders aus. Unsere Taktik ist immer noch „Stay and Play“ d.h. wir bauen unseren Behandlungsplatz und unseren Bereitstellungsraum auf. Der Gegensatz dazu wäre „Scoop and Run“ (rein, aufsammeln und wegfahren) wie es z.B. in Israel praktiziert wird. Wir wurden zwar darauf hingewiesen, dass man anders reagieren müsste, wenn solche Dinge geschehen. Aber das taktische Vorgehen wurde nicht verändert, weil nicht damit gerechnet wird, dass hier so etwas passiert.

Der bestehende Sicherheitsstab aus technischer Einsatzleitung und Lagezentrum ist für solche Fälle handlungsfähig. Das Lagezentrum wird zu einem Krisenstab aufgerüstet. Der Hauptverwaltungsbeamte wird die Einsatzleitung übernehmen und es kommen noch Personengruppen dazu, aber die Grundstruktur besteht und ist einsatzfähig.

Gemeinsame Ausbildungen:

Einsatzkräfte der Feuerwehr werden auf kommunaler Ebene, auf Kreisebene und in der Landesfeuerwehrschule ausgebildet. Es ist eindeutig festgelegt, welche Lehrgänge wo stattfinden dürfen. Bei der DRK und den anderen Rettungskräften wird es ähnlich sein.

Welche Maßnahmen werden getroffen, wenn wesentlich mehr Besucher kommen als geplant?

Eigentlich kann man nur versuchen, die Personenströme wegzuleiten. Am besten nicht in das Festgelände reinkommen lassen, gleich am Bahnhof abfangen oder sie nicht mehr mit dem Shuttle vom Parkplatz abholen. Die Zufahrtsstraßen könnten manuell oder mit Technik versperrt werden, aber das ist äußerst schwierig, wenn die Leute erst mal in Bewegung sind, ich will mir das gar nicht vorstellen. Das wird hier aber nicht eintreten, dafür wird das Event nicht genug Zuschauer anziehen. Vielmehr als 100.000 dürften aber nicht kommen, dann kommen wir wegen der örtlichen Gegebenheiten an unsere Leistungsgrenze.

Ab welcher Personenzahl oder Größenordnung von Veranstaltungen wird ein Sicherheitsstab gebildet und vor Ort sein?

(2): Das kommt auf die Veranstaltung an, was es ist und wo es ist, aber erst ab mehreren Zehntausend. Wenn 50.000 auf dem Lausitzring sind, ist das nicht gleichzusetzen mit 50.000 hier im Stadtgebiet. Dort sind ganz andere Ausdehnungen und die Besucher können sich besser in alle Richtungen entfernen, also ist es weniger schwierig

(1): Eindeutige Richtwerte existieren nicht, es gibt die Muster-versammlungsstättenverordnung, dort sind Zahlenwerte angegeben, ab welcher

Größenordnung ein Sicherheitskonzept aufgestellt und bestimmte weitere Regelungen getroffen werden müssen. Dann hat jede Organisation ihre eigenen Vorgaben, wie sie tätig werden muss. Aus diesem System ergibt sich die Größenordnung für das Lagezentrum etc..

Wie wird z.B. bei einer Bombendrohung das Gebiet geräumt?

Die technische Einsatzleitung koordiniert die Kräfte des Feuer- und Rettungsdienstes. Im Lagezentrum ist die Gesamteinsatzleitung, darin sind Polizei, Sicherheitsdienst, Ordnungsamt, Feuerwehr. Sollte ein Gebiet geräumt werden müssen, arbeiten alle zusammen. Wir haben entsprechende Lautsprecherdurchsagen, die auf den großen Hauptbühnen durchgegeben werden können. Wir haben auch mobile Plattformen, die über die Außenlautsprecher von Rettungswagen oder von ausgerüsteten Feuerwehrfahrzeugen durchgegeben werden können. Alle Einheiten haben die entsprechenden Texte und es muss dann nur die Anweisung gegeben werden, die jeweiligen Texte abzulesen. Die Feuerwehr hat in diesem Fall eine gewisse Lenkungs- und Leitungsfunktion. Sie besetzt strategische Punkte, die Einsatzkräfte kennen die Entlastungsflächen für den Fall einer Evakuierung und lenken die Besucher entsprechend.

Die Rettungswege stehen vorher fest, wir haben im Vorfeld einen Flucht- und Rettungswegeplan aufgestellt. Dort sind die Wege eingezeichnet, die beteiligten Gremien haben diese Pläne und über die Entlastungsflächen wird das Gebiet dann geräumt.

Allgemeine Fragen zum System:

Welche Anforderungen sollte ein System, das die Kommunikation bei Evakuierungen unterstützt, aus Ihrer Sicht erfüllen?

Mindestens soll die Kommunikation ausfallsicher sein. Auch die Notstromversorgung muss bedacht werden. In der Vergangenheit gab es große Probleme beim Betreiben der Relaisstationen bei langandauerndem Ausfall der Stromversorgung, z.B. nach Sturm Kyrill oder Zusammenbrechen der Strommasten unter Schneelast. Großer Aufwand wurde getrieben, um die Kommunikation sicherzustellen z.B. Notfunkübungen, Außenbeschaltung von Aggregaten, ausrücken der Feuerwehr um Notstromerzeuger in Betrieb zu nehmen.

Eine Gruppenruffunktion wäre interessant. Die Zeit ist ausschlaggebend, per Sammelmeldung sollten sofort alle Einsatzkräfte erreicht werden können. Damit man z.B. mit dem Signal „Start der Evakuierung“ nicht alle einzeln ansprechen muss. Rückmeldungen sollten ermöglicht werden.

Interessant wäre eine Lokalisierung der Sicherheitskräfte. Wir arbeiten hier noch mit Papier und Lagekarte. Könnten wir computergestützt darstellen, welche Sicherheitskraft sich wo befindet, würde das die Koordination erleichtern.

Die Leitzentrale ist in der Regel sehr blind und braucht verlässliche Informationen.

Interessant wäre beispielsweise:

- Lokalisierung von Behinderten und Rollstuhlfahrern, gestürzten Personen oder Personen, die sich nicht regen
- Eine Art Anmeldemöglichkeit für Besucher, um abzuschätzen zu können, wie viele Besucher zu welcher Zeit zu erwarten sind

Können Sie sich vorstellen, vom geplanten System zu profitieren?

Natürlich kann man von allen neuen Systemen profitieren. Fraglich ist, was passiert, wenn man nur einen Teil der Bevölkerung im Festgebiet informiert und die anderen nicht erreicht, also „sozusagen im Dummten“ lässt. Das könnte sich auf die Lenkung negativ auswirken, manche könnten Gerüchte hören und eher in Panik verfallen.

(Erklärung Schwarmtheorie, 5 % informierte Besucher sollten laut Experiment ausreichen, um auch ohne Führungsanspruch leiten zu können)

Die Frage ist sicher, welche 5% informiert werden. Wenn sich die 5 % im Außenbereich befinden, „verpufft“ die Schwarmtheorie, weil sich die die informierten Besucher ohne Wirkung auf die Besucher im Innenbereich entfernen. Die Frage ist also, wie streut man das und wo befinden sich diese 5%.

(Erläuterung: Im Schwarmexperiment waren die Informierten zufällig verteilt. Bei großen Zahlen sind also im Mittel auch ca. 5% im Innenbereich.)

Gut, wenn es dazu wissenschaftliche Erkenntnisse gibt - das war eben das, was mir dazu einfällt.

(Ergänzung: Ein Problem dabei ist jedoch, dass bei großen Personendichten die Informierten sich auch nicht frei bewegen können und dem Strom folgen müssen)

So ist es.

Haben Sie noch weitere Ideen für das geplante System?

Wenn man die Bevölkerung informiert, ist es auch wichtig, die Behörden zu informieren. Wir sollen schon seit 2000 mit dem Digitalfunk ausgerüstet sein, und wir warten immer noch darauf. Während jeder Bürger, der ein wenig an Technik interessiert ist, sein Smartphone hat und darüber Daten empfangen und senden kann, versuchen wir mit 2m/4m Funk im bebauten Bereich 1,5 km zu überbrücken. Als Behörden sollten wir mit angeschlossen und ausgerüstet werden, sonst ist die Bevölkerung eventuell schneller informiert als die Helfer vor Ort.

(Es ist eingeplant, das EmerT-Portal zu nutzen, um die Behörden aufbereitet zu informieren)

Ich denke mal, dann ist das schon eine gute Sache. Ich frage mich, ob die Anzeige des Fluchtweges wirklich genutzt würde und ob die Menschen wirklich ihr Smartphone benutzen, wenn sie fliehen. Die normale Fluchtwegbeschilderung sollte erhalten bleiben. Der Flüchtende sollte nicht nur auf seinen Bildschirm schauen und versuchen, sich nur darüber zu orientieren. Es sollte wirklich eine ergänzende Möglichkeit sein. Alle Sinne sollten auch weiterhin angesprochen werden. Man sollte sich nicht allein auf sein Gerät verlassen. Vielleicht verliert man es im Gedränge und wird beim Versuch, es aufzuheben, überrannt und schafft damit eine weitere Gefahr.

5 Notruferfassung über ein mobiles Endgerät

Die Frage „Was ist passiert“ wird einer der möglichen Einsatzkategorien zugeordnet und mit wenigen Fragen genauer spezifiziert.

Kategorie	Mögliche Fragen und die Auswahlmöglichkeiten
Brandeinsatz	Ausmaß des Brandes? Auswahl: Klein, Mittel, Groß mit Beispielen Was brennt? Auswahl: Gebäude, Fahrzeuge, Sonstiges
Verkehrsunfall	Wie viele Fahrzeuge? Auswahl: 1-2, 2-9, 10-49, >50 Welche Fahrzeuge? Auswahl: Zweiräder, Pkw, LKW/Busse Personen eingeklemmt? Auswahl: Ja/Nein Laufen Flüssigkeiten aus? Auswahl: Ja/Nein
Medizinischer Einsatz	Ohne Möglichkeit der Rückfrage und Einordnung durch medizinisches Personal ist die normale Datenaufnahme zu umfangreich, um von Laien am Handy ausreichend abgeklärt zu werden. Wie viele Verletzte? Ist ein Notarzt erforderlich? Auswahl: Ja /Nein
Gefahrstoffe	Welche Stoffe treten aus? Öl, Gas, Gift, radioaktive Strahlung, Sonstige Menge der freigesetzten Stoffe? weniger als 50 l, mehr als 50 l
Personen in Zwangslage	Wie viele Personen sind in Gefahr? Auswahl: Zahlen von 1-9 eingeben, oder Auswahl mehr als 10 Welche Art der Gefährdung liegt vor? Person im Aufzug Notfalltüröffnung, Rettung aus Höhen und Tiefen, Wasserrettung/Eisrettung, Person droht mit Sprung, Sonstige Sind weitere Stellen informiert? (z.B. Aufzug Stördienst)
sonstiger Einsatz	Vorauswahl für Kategorien: Sind Tiere in Gefahr oder betroffen? Sachwerte betroffen? Elementarschäden? Danach weiter eingrenzen je nach Kategorie: Personen: Was wird gebraucht? Personensuche, Notfallseelsorger? Tiere: Fundtier? Kadaverbeseitigung? Wespen/Hornissen? Elementarschäden: Wasserschaden? Sturmschaden? umgestürzter Baum? Sachwerte: Hilfe bei Vermögensdelikt? Technische Unterstützung? Türöffnung?